

IICA
P12
30
v.3.

IICA-CIDIA
SISTEMAS

AGRINTER AGRIC

AGRINTER AGRIS

3. PONENCIAS

AKCQ-ASH

00007512

1

IV SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE RIEGO POR GOTEO Y RIEGO -
LOCALIZADO - Barquisimento (Venezuela)

CRITERIOS DE DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO
EN CACAO Y PALMA AFRICANA - ANALISIS ECONOMICO.-

Fonencia Presentada por: ROSENDO ALVAREZ ARDILA

Ingeniero Agrónomo
Facultad de Agronomía
Universidad de Caldas
Manizales.-

Manizales, Abril 12 de 1.981

C O N T E N I D O

	Página
INTRODUCCION	1
CRITERIOS DE DISEÑO - CACAO	1
ANALISIS ECONOMICO - CACAO	3
CRITERIOS DE DISEÑO - PALMA AFRICANA	7
ANALISIS ECONOMICO - PALMA AFRICANA	9
RESUMEN	11

INTRODUCCION:

Con este trabajo se pretende mostrar la situación actual del Riego por Goteo en Colombia.

Todos los equipos aquí analizados corresponden al sistema de alta presión (20 P.S. I.) con emisores de flujo turbulento, tipo laberinto

. Se seleccionó este sistema porque asegura uniformidad en la emisión a lo largo de la línea de goteros, la curva de flujo es relativamente insensible a los cambios de presión y sus pasajes de gran sección impiden el taponamiento.

1.- C A C A O

A.- C R I T E R I O S D E D I S E Ñ O:

Se analiza el diseño del primer equipo de Riego por goteo en Cacao que se instalará en Colombia.

Vereda: La estrella

Municipio: Pereira

Departamento: Risaralda

A.S.N.M. : 1.200 m.

Temperatura Promedio: 25° C.

Precipitación anual: 1.200 m.m.

Topografía: Ondulado - Pendiente

Suelo: Franco arcilloso con un clay - Pan de 0.20 m. de espesor a -
0.40 m. de profundidad.

Cultivo de Cacao de 8 Has. a 2 m x 2 m. en cuadro de 2 años de edad con sombrío - de plátano a 4 m. x 4 m. en cuadro.

Al hacer los hoyos para la siembra del Caco se tuvo la precaución de romper el Clay - Pan buscando que la raíz pivotante no tuviera obstáculos. El desarrollo del plátano es deficiente por la presencia de la capa de arcilla; sin embargo se considera este plátano solamente como sombrío temporal mientras se desarrollan - otras especies ya sembradas como Inga Spe, Gallandra Spp y el cacao llega a una condición

de autosombrio.

La distribución de las lluvias es irregular con periodos secos de Diciembre a Marzo y de Julio a Agosto.

El cultivo es desuniforme ya que hay árboles de Cacao de 2 m. de altura y otros recién transplantados pues la mortalidad ha sido alta ocasionada por los largos veranos.

Se recomendó el riego como solución para salvar el cultivo. Se descartó el Riego por Gravedad por ser terreno erosionable. Se descartó el Riego por Aspersión porque favorece la germinación de las esporas de Phitophthora y Monilia ya que estas requieren una película de agua sobre las hojas y el fruto para germinar. Esta película será aportada por el Riego por Aspersión, favoreciendo la incidencia de estas enfermedades.

El agua debe ser bombeada desde el Río Cestillales, situado 50 ms. más bajo que el cultivo y a 870 ms. de distancia; dadas las condiciones de alta eficiencia del Riego por Goteo se seleccionó este sistema.

El trazado del cultivo tiende a seguir las curvas a nivel lo que facilitó el Diseño. Se colocará una línea de Goteros por cada dos hileras de plantas, es decir saltando una calle. Con este diseño se pretende regar el 50% del area radicular del Cacao lo cual se considera suficiente ya que la planta desarrolla más eficientemente su sistema radicular en la zona humedecida por los goteros. Se colocarán goteros de 4 l/h. espaciadas a 1.20 m.

El bulbo de humedad no tiene forma de bulbo propiamente dicho, sino de campana por la presencia de la capa impermeable que impide la percolación profunda y hace que el desplazamiento lateral del agua tenga una mayor alcance. El ascenso capilar en los sitios más alejados de la línea de Goteros completa el humedecimiento del área radicular. (Fig. 1.)

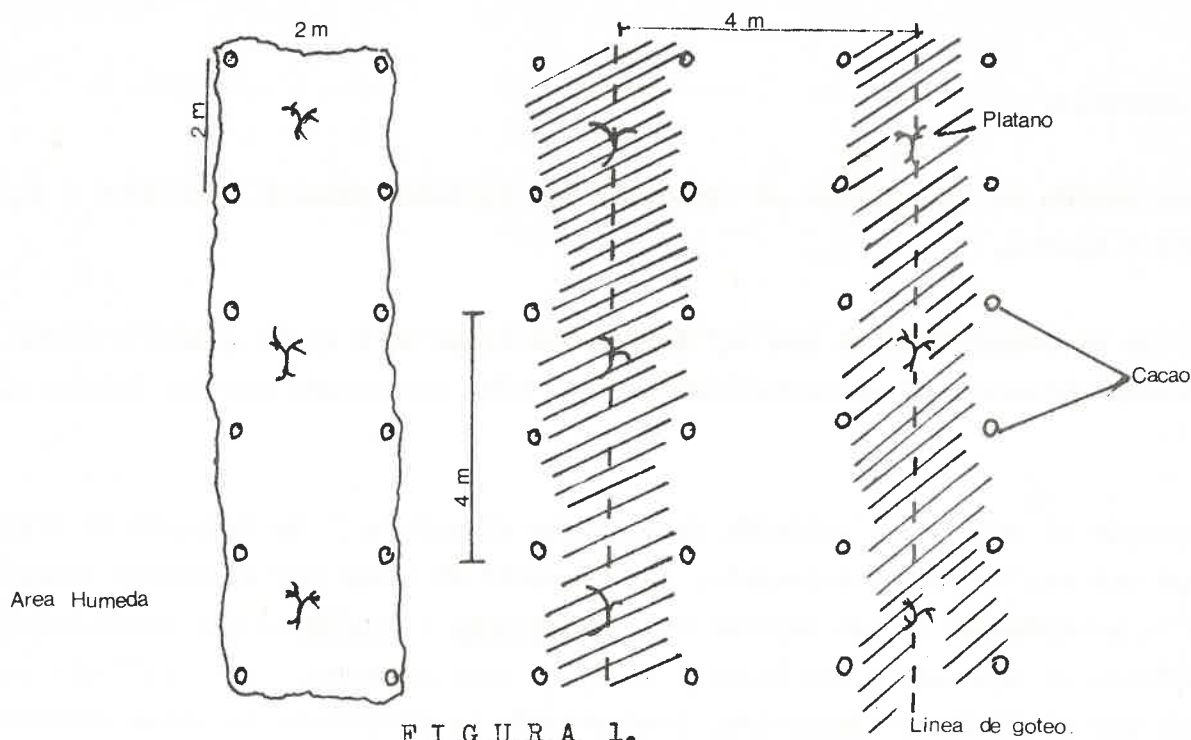


FIGURA 1.

Considerando que el área que debe regar cada gotero es de $4,8 \text{ m}^2$, que el caudal de cada gotero es de 4 L/hora, el tiempo de riego debe ser de 4,8 horas/día para proveer el Uso Consuntivo Diario del Cacao que en esta zona se considera de 4 m/día.

El sistema se diseñó con un Inyector de Fertilizante, lo cual aumenta la eficiencia del Uso de los nutrientes y reduce drásticamente los costos de aplicación.

Se tuvo muy en cuenta el ensayo efectuado por los Drs. A. Jadin y P. Jackemart del Instituto Frances de Investigaciones de Café y Cacao en Costa de Marfil durante - 1.977 a 1.980 titulado "Efecto de la irrigación en la precocidad de las plantas de Cacao".

En este ensayo obtuvieron un rendimiento de 1.140 Kgr/ha de Cacao a los $2\frac{1}{2}$ años del cultivo, usando Riego por Goteo, contra 340 Kgr/ha con Riego por Aspersión y 70 Kgr/ha. Sin riego, con una precipitación promedio de 1.200 mm. anuales.

B. ANÁLISIS ECONÓMICO

a.- Producción: La producción considerada en el estudio del cultivo con Riego por Goteo es la siguiente:

Año	3	800 Kgr/Ha/Año
Año	4	1.100 Kgr/Ha/Año
Año	5	1.300 Kgr/Ha/Año
Años	6 - 10	1.500 Kgr/Ha/Año

Estos niveles de producción son fácilmente alcanzables con el Sistema de Riego por Goteo.

Para comparación en el caso del cultivo sin riego, se tomó una producción de 1.000 Kgr/Ha que es substancialmente superior al promedio nacional (500 Kgr/Ha.)

La fuente de información fué "Costos en ingresos por Ha/año para Cacao". - Programa de diversificación y Desarrollo de zonas Cafeteras. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Septiembre de 1.980.

- b.- Precio: Se tomo el precio del Cacao a su cotización actual en el mercado: \$ 110/Kgr.
- c.- Costo Equipo: Se tomó un valor promedio de \$ 140.000/Ha para el sistema de Riego por Goteo. Esto corresponde al sistema completo e instalado, incluyendo bombas, tuberías, filtros, inyector de fertilizantes, reguladores de presión, líneas de gotero y elementos para su operación automática.
- d.- Financiación: Préstamo de Ley 5a. a 4 años con 2 años muertos y pagos semestrales. El monto financiado es el 30% del valor del proyecto. El interés es del 24% anual.
- e.- Amortización: El flujo de caja se preparó en pesos constantes y por lo tanto se corrigieron los pagos de intereses y amortización teniendo en cuenta una inflación del 21% anual.
- f.- Análisis: Se prepararon dos flujos de caja completos. Uno para un cultivo sin riego (Tabla 1) y otro para cultivo con Riego por Goteo (Tabla 2). Por diferencia se calculó el flujo de caja atribuible al Proyecto de Riego por Goteo (Tabla 3) y se calculó su rentabilidad.

Los resultados son los siguientes:

- Cultivo sin Riego	Rentabilidad	29.7%
- Cultivo con Riego	Rentabilidad	36.7%
- Proyecto de Riego por Goteo	"	60.7%

Por último debe tenerse en cuenta que las ventajas del sistema de Riego por Goteo se determinaron por comparación con un cultivo de excelente producción (1000 Kgr/Ha).

Si la comparación se hace con respecto al promedio nacional de producción (500 - Kgr/Ha.) la rentabilidad es mucho mayor que la determinada del 60.7%.

TABLA I

CULTIVO DE CACAO SIN RIEGO
COSTOS E INGRESOS POR HECTAREA / AÑO
PESOS

CONCEPTO	AÑOS					6-10
	1	2	3	4	5	
a. Inversiones y costos						
Mano de Obra	29.610	14.280	19.530	20.370	19.740	21.210
Administración	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
Colino de plátano	4.500	-	-	-	-	-
Semilla de cacao	1.120	-	-	-	-	-
Bolsas de polietileno	490	-	-	-	-	-
Arboles sombrero permanente	390	-	-	-	-	-
Calfos	560	-	-	-	-	-
Urea	1.440	1.440	-	-	-	-
Fertilizante completo	1.350	3.220	3.000	6.000	6.000	6.000
Herbicidas	-	-	-	500	-	-
Fungicidas-insecticidas	-	500	500	500	620	620
Combustibles y lubricantes	-	-	140	140	140	140
Bomba espersora	1.000	-	-	-	-	-
Herramientas	650	650	650	650	650	650
Beneficiadero	-	-	4.000	-	-	-
Empaques	-	-	40	160	360	400
Fletes	800	800	800	800	800	800
Imprevistos	4.440	2.340	3.110	3.160	3.080	3.230
SUB-TOTAL	48.850	25.730	34.270	34.780	33.890	35.550
b. Otros costos						
Reserva para prestaciones soc.	-	-	-	-	-	-
- Administrador 40%	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Reserva para depreciación construcciones y equipos	100	100	400	400	400	400
SUB-TOTAL	1.100	1.100	1.400	1.400	1.400	1.400
TOTAL COSTOS	49.950	26.830	35.670	36.180	35.290	36.950
c. Ingreso Bruto						
Plátano a \$45 racimo	-	27.000	40.500	27.000	-	-
Cacao a \$ 110/Kg.	-	-	5.500	33.000	66.000	110.000
TOTAL INGRESOS	-	27.000	46.000	60.000	88.000	110.000
FLUJO NETO ANUAL	-49.950	170	10.330	23.820	52.710	73.050

TABLA 2
CULTIVO DE CACAO CON RIEGO POR GOTEO
COSTOS E INGRESOS POR HECTAREA/ AÑO
(PESOS)

CONCEPTO	AÑOS					
	1	2	3	4	5	6-10
a. Inversiones y costos						
Mano de obra	29,610	14,280	24,780	26,040	23,310	24,780
Administración	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Colino de plátano	4,500	-	-	-	-	-
Semilla de cacao	1,120	-	-	-	-	-
Bolsas de polietileno	490	-	-	-	-	-
Arboles-sombrío permanente	390	-	-	-	-	-
Calfos	3,000 c/u	560	-	-	-	-
Urea	1,440	1,440	-	-	-	-
Fertilizante completo	1,350	3,220	3,000	6,000	6,000	6,000
Herbicidas	-	-	-	500	-	-
Fungicidas, insecticidas	-	500	500	500	620	620
Combustibles y lubricantes	-	-	210	210	210	210
Bomba aspersora	1,000	-	-	-	-	-
Herramientas	650	650	650	650	650	650
Beneficiadero	-	-	5,000	-	-	-
Empaques	-	-	360	480	560	640
Fletes	800	800	800	800	800	800
Imprevistos	4,440	2,340	3,780	3,770	3,470	3,620
SUB-TOTAL	48,850	25,730	41,580	41,450	38,120	39,820
b. Riego por goteo						
Inversión inicial	28,000	-	19,280	43,710	36,120	-
Inter. y amortización	-	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Mantenimiento	-	-	-	-	-	-
SUB-TOTAL	28,000	24,720	20,680	45,110	37,520	1,400
c. Otros Costos						
Reserva para prestac. sociales	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
- Administrador 40%	-	-	-	-	-	-
Reserva para depreciación construcción y equipos	100	100	400	400	400	400
SUB-TOTAL	1,100	1,100	1,400	1,400	1,400	1,400
TOTAL COSTOS	77,950	51,550	63,660	87,960	77,040	42,620
d. Ingreso Bruto						
Plátano a \$45 racimo	-	27,000	40,500	27,000	-	-
Cacao a \$110/Kg.	-	-	66,000	121,000	143,000	165,000
TOTAL INGRESOS	-	27,000	128,500	148,000	143,000	165,000
FLUJO NETO ANUAL	- 77,950	- 24,550	64,840	60,040	65,960	122,380

T A B L A - 3

FLUJO DE CAJA NETO Y
CALCULO DE RENTABILIDAD
(PESOS/Ha.)

Completo	Cultivo sin Riego	Cultivo con Riego por Goteo	Proyección de Riego Por Goteo
A.- Inversión Inicial Tierra	50.000	50.000	—
B.- Flujo de - Caja.			
Año 1	- 49.950	- 77.950	- 28.000
Año 2	170	- 24.550	- 24.720
Año 3	10.330	64.840	54.510
Año 4	23.820	60.040	36.220
Año 5	52.710	65.960	13.250
Año 6 - 10	73.050	122.380	49.330
C.- Valor de Salvamento *			
Tierra	50.000	50.000	-
Inversiones Varias	112.450	112.450	-
Equipo Riego		35.000	35.000
RENTABILIDAD [⊕]	29.7%	36.7%	60.7%

[⊕] Calculado como tasa interna de Retorno.

2.- PALMA AFRICANA:

A.- CRITERIOS DE DISEÑO

Se analiza el primer equipo de Riego por goteo instalado en Palma Africana en el País.

Municipio: El Copey

Temperatura media: 28.7°C.

Departamento: Cesar

A. S. N. M. : 100 m

Pluviosidad anual: 1.136 m m (Prom. 1.958 - 1.970)

Brillo Solar: 2494 horas/año

Topografía: Plana

Suelo: Franco arenoso con tendencia a formar Hard - pan a 0.60 ms de profundidad; este hard - Pan probablemente se ha formado por compactación debida al peso de la maquinaria.

Cultivo de Palma Africana sembrado a 9 m. en tresbolillo, de 10 años de edad.

Se considera que el uso consuntivo de la palma es de 5 m. m diarios; encontramos un déficit en el balance hídrico que debe ser suplido utilizando Riego.

ETP = Evapotranspiración Anual = 1.825 m m/ año

PP = Precipitación Pluvial = 1.136 m m/ año

PE = Precipitación Eficiente = 80% PP 909 m/año

Déficit 912 mm/año

hasta la fecha se han utilizado varios métodos de riego.

a) Desbordamiento: bajo costo inicial; Excesivo consumo de agua. Problemas de drenaje.

b) Surcos cada tercer línea de palma - Aplicación más uniforme. -

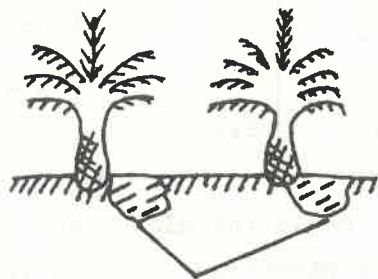
Altos costos de mantenimiento. Baja eficiencia por pérdidas por percolección y escorrentía.

- c) Secciones grandes y melgas con bordes. Requiere una cuidadosa nivelación y necesita grandes caudales.
- d) Tazas pequeñas. Alto costo de mantenimiento. Difícil manejo.
- e) Riego por goteo. A medidas del año pasado se instalaron 74 has.

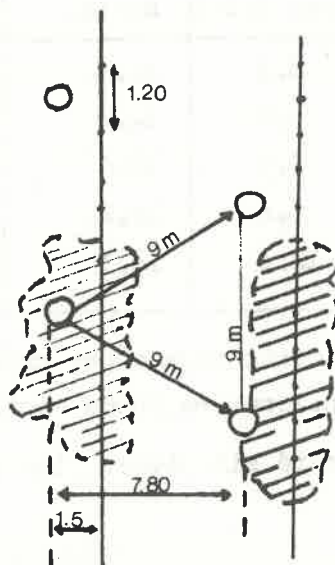
Se colocaron líneas de goteros a lo largo de las hileras de palma. Se utiliza - una sola línea por hilera. Con esto solo se consigue cubrir del 30 al 40% del área de raíces pero se ha encontrado que no hay ninguna diferencia aplicable al aumentar este cubrimiento ya que la planta desarrolla más eficientemente su sistema radicular en la zona humedecida por los goteros. El sistema se diseña de tal manera que forme una franja húmeda a lo largo de las hileras de plantas ya que los bulbos de humedad debajo de los goteros se unen tal como lo muestra la figura.

Por ser este un suelo liviano se uso un espaciamiento de 1.2 m entre goteros de 4 litros/hora. Con este diseño se consigue cubrir el área deseada con 10 horas diarias de riego.

Con este sistema las zonas entre hileras de plantas permanecen secas, de tal manera que se reducen las pérdidas por evaporación y se reduce fundamentalmente - el problema de las malezas.



Zonas húmedas



B.- ANALISIS ECONOMICO:

Todavía no se han tabulado los resultados obtenidos en el cultivo de Palmeras Sin embargo haremos el análisis económico en base a aumentos de producción obtenidos en la República de Benin en Africa. Se repotan los resultados obtenidos con el sistema en palmas Tenera, x Dura durante los tres primeros años de operación. El sistema se instaló en árboles de 9 años en suelos coluviales arenosos similares a los de El Copey. Las distancias de siembra y el diseño de las líneas son similares.

a.- PRODUCCION:

La tabla No. 1 muestra la producción comparativa entre dos lotes: el primero de ellos inicialmente con riego por gravedad y posteriormente con Riego por Goteo y el segundo sin riego.

T A B L A No. 1

PRODUCCION COMPARATIVA DE PALMAS DEL MISMO CRUCE CON RIEGO GOTA A GOTA Y NO REGADAS.-

AÑO	Con Riego			Sin Riego		
	Racimos por árbol	Kilos por Racimo	Kilos por Arbol	Racimos por Arbol	Kilos por racimos	Kilos por árb
1.971 - 72	8.3	12.9	107.1	6.3	11.9	74.6
1.972 - 73	9.8	14.4	141.9	4.8	13.2	73.7
1.973 - 74	7.5	18.0	135.1	4.7	15.3	71.9
1.974 - 75	8.4	19.2	159.8	6.1	14.0	84.7
1.975 - 76	12.4	18.1	224.7	6.2	15.3	93.7

Al lote A inicialmente regado por gravedad se le instaló un sistema de goteo - que comenzó a funcionar en forma continua a partir de fines de 1.971.

El lote B permaneció sin Riego. Las palmas de ambos lotes fueron plantadas en 1.961.

La Tabla permite comparar:

- a) Lote sin Riego v/s riego por gravedad en 1.971 - 72.
El lote B presentó una producción de 74.6 Kgrs/árbol (10.7 ton/Ha) vs. 107.1 Kgrs/árbol en el lote A (15.3 ton/Ha). Aumento el 43%.
- b) El Riego por gravedad v/s Riego por goteo: en 1.972/73 al instalarse el Riego por goteo el lote B tenía una producción de 107 Kgrs/árbol (15.3 ton/Ha); al año aumentó a 141.8 Kgrs/árbol (20.3 ton/Ha); a los dos años aumentó a 159.8 Kgr/árbol (22.85 ton/Ha) y a los tres años (1.975/76) a 224.7 Kgr/árbol). - (32.13 ton/Ha) lo que da un aumento de más de 110%.
- c) Lote sin Riego vs. Riego por goteo comparando la producción. Comparando la producción de los lotes en 1.975/76., Se observa que la producción obtenida con Riego por Goteo es superior en un 140%.

Este aumento de producción sumado al ahorro en mano de obra, uniformidad en el cultivo y ahorro de agua y fertilizante convierten el sistema en una proposición verdaderamente económica en el cultivo de Palma Africana.

El costo total del sistema es de \$ 60.000.00/Ha dependiendo de la magnitud del proyecto. Esto incluye el equipo , transporte, tuberías e instalación.

La producción normal de un cultivo de Palma Africana es de 12 a 18 toneladas de fruto por hectárea.

Con el sistema se pueden esperar de 20 a 32 ton/Ha. Esto de un aumento promedio de 8 a 14 ton/Ha. Tomando 10 toneladas por Ha. de aumento y con una mejora porcentual en el coeficiente de extracción por mejor calidad del fruto del 17 al 20%, se tiene un aumento de 2 ton/Ha de aceite extraído o sea aproximadamente \$ 60.000 al año. Esto implica que en un año se paga el sistema.

Manizales, abril 15 de 1.981

R E S U M E N

Se pretende analizar la situación actual del Riego por Goteo en Colombia en lo referente a cultivos de Cacao y Palma Africana.

Se establecen Criterios de Diseño en función del Cultivo, del Uso Consuntivo Diario, del tipo de Suelo y del déficit Hídrico. Para esto se determina el caudal de los goteros, su espaciamento y la duración del Riego diario.

Así mismo se hace un Análisis Económico de la rentabilidad para los dos cultivos, con y sin Riego por Goteo basándonos en datos reales.

DEMANDA DE AGUA Y EFICIENCIA DE ALGUNOS CULTIVOS AGRICOLAS
DE IMPORTANCIA.

Dr. Jaime Leal Díaz 1/

R E S U M E N :

Se refieren relaciones entre la demanda evapotranspirativa de diversos cultivos y el potencial evaporativo de la atmósfera, así como tendencias de la distribución en el perfil del suelo de la absorción de agua que realizan, a fin de definir criterios operacionales de los sistemas de abastecimiento de agua.

La diversidad de cultivos incluidos permiten comprobar que en general son los primeros 60 a 90 cms. de suelo los que proveen principalmente de agua a estas especies, y que solo un 30 a 50% de abatimiento de la humedad aprovechable se presenta como máximo antes de que las plantas reduzcan su desarrollo o producción potenciales.

El comportamiento del sistema vegetal demuestra que su demanda evapotranspirativa varía paralelamente al potencial evaporativo de la atmósfera y con el desarrollo vegetativo y el desenvolvimiento fisiológico de las plantas.

La eficiencia evapotranspirativa de las especies estudiadas varía ampliamente y permite contemplar la magnitud y tipo de implementación requerida para su demanda deficitaria de agua.

DEMANDA DE AGUA Y EFICIENCIA DE ALGUNOS CULTIVOS AGRICOLAS
DE IMPORTANCIA

Dr. Jaime Leal Díaz 1/

Introducción:

El análisis de la información disponible sobre la respuesta de los cultivos agrícolas al agua es indispensable en un mundo donde su demanda aumenta y los abastos entran en competencia con usos urbanos e industriales, al mismo tiempo que se vuelven cada vez más contaminados.

La irrigación considerada una práctica para suplementar el agua deficitaria a los cultivos vegetales, requiere una estimación de la demanda y oferta del agua, bajo las diversas condiciones ambientales que ocurren en la agricultura. Así mismo, necesita conocer de la capacidad que las diversas especies tienen para abastecerse (3).

En general, los suelos no pedregosos pueden retener de 120 a 170 mm. de agua disponible por metro y los cultivos aprovechan en gran intensidad solo el agua de los primeros 60 a 90 cms. para proveerse de humedad, y crecen o producen con eficiencia agotando no más del 50% de aquella, esto es de 36 a 76 mm., por lo que su frecuente recarga es indispensable para completar su ciclo productivo (8).

Simplificando para fines prácticos, la demanda del agua obedece al potencial evaporativo de la atmósfera y al estado o condición de desarrollo del cultivar, y la productividad del agua a la magnitud de la cosecha obte-

nida, que está a su vez determinada por el ambiente ecológico complementario y la especie cultivada, y por el abasto de agua (4).

Para ilustrar esta situación se refieren datos básicos para diversos cultivos agrícolas de importancia económica mundial.

Trigo: (*Triticum aestivum*).

En cultivos de trigo, se ha observado (8) que su sistema radicular explora, en promedio unos 120 cms. de suelo de donde extrae el agua, bajo el siguiente patrón de comportamiento:

Estrato de suelo (cms.)	E_t (%)
0 - 30	47
30 - 60	31
60 - 90	16
90 - 120	6

La relación que existe entre el potencial evaporativo del aire E_o (base a evaporómetros tipo A) y la evapotranspiración E_t , cambia notablemente durante su ciclo ya que los valores E_t/E_o varían de 0.5 durante los primeros meses, a 0.8 posteriormente hasta la formación del grano, después de lo cual baja hasta 0.2.

El abasto suficiente de agua durante el primer período de desarrollo es determinante para un buen rendimiento, déficit de humedad durante esta fase disminuyen más el rendimiento que carencias tardías ya que influye sobre el número de hijuelos.

Sorgo: (Sorghum bicolor)

Los mejores rendimientos pueden obtenerse en suelos de 180 cms. de profundidad que se han llevado a capacidad de campo antes de la siembra y que se recargan de agua posteriormente en dos ocasiones durante el período de crecimiento, respondiendo especialmente al agua durante la formación del grano (7).

En la extracción de agua del perfil del suelo se ha observado (8) la distribución siguiente:

Estrato de suelo: (cms.)	E_t (%)
0 - 30	20
30 - 60	20
60 - 90	19
90 - 120	18
120 - 150	15
150 - 180	6
180 - 210	2

Siendo el período de crecimiento de aproximadamente 150 días, la relación promedio entre la evapotranspiración del cultivar E_t y la evaporación potencial de la atmósfera E_o es:

Mes	E_t/E_o
1°	0.2
2°	0.3
3°	0.4
4°	0.6
5°	0.3

Maíz: (Zea mays)

Se califica como el cultivo más alto productor de grano y el más eficiente productor de forraje de alta calidad en relación al agua que demanda.

Aun cuando la raíz puede crecer hasta tres metros de profundidad el sistema principal alcanza de 70 a 90 cms.

Es una planta sensible a los excesos y déficit de agua. El período más crítico a los déficits es el de floración y polinización, durante el cual el abatimiento del agua disponible no debe ser mayor del 30% en el estrato de suelo 0-80 cms. (8) . .

La extracción del agua del suelo es en general como sigue:

Estrato de suelo (cms.)	E_t (%)
0 - 30	40
30 - 60	30
60 - 90	20
90 - 120	7
120 - 150	3

La relación E_t/E_0 es aproximadamente:

Mes	E_t/E_0
1°	0.3
2°	0.7
3°	0.8
4°	0.6
5°	0.3

Tomate: (Lycopersicum esculentum)

Esta planta tiene un sistema radicular profundo por lo que no es sensible a déficits de humedad ligeros o moderados, se planta en suelos húmedos, normalmente hasta de un mínimo de 150 cms. de profundidad y se riega con frecuencia durante la primera fase de crecimiento para asegurar buena germinación o población.

La extracción de agua del perfil del suelo en general obedece el comportamiento siguiente (8):

Estrato de suelo (cms.)	E_t (%)
0 - 30	37
30 - 60	32
60 - 90	14
90 - 120	8
120 - 150	6
150 - 180	3

La demanda evapotranspirativa E_t de agua en función del tiempo y de la evaporación potencial E_o es (4):

Mes	E_t/E_o
1°	0.3
2°	0.4
3°	0.7
4°	0.8
5°	0.5

Existe una relación negativa entre contenido de sólidos y la cantidad y frecuencia de irrigación. Esto es principalmente cierto cuando se observan los riegos tardíos (dos semanas antes de cosecha).

Cítricos (*Citrus sinensis*).

El sistema radicular típico de esta especie se extiende a una profundidad de 100 a 200 cms. según la textura del suelo, siendo más profundo en arenas que en arcillas, sin embargo, la parte más profusa de raíces se desarrolla en el estrato 0-90 cms. (8).

Un déficit de humedad durante la floración y retención de frutos es particularmente determinante de la producción, pero se considera también importante el abasto de agua en el período de rápido crecimiento de la fruta (6).

El 80 a 90% del agua proviene del estrato de suelo 0-90 cms. y aproximadamente el 70% de esta fracción de estrato 0-60.

En general puede estimarse que la relación E_t/E_o varía de 0.4 a 0.7 durante el período de crecimiento anual, predominando valores alrededor de 0.5 en la gran mayoría de los casos, pero siendo máximos, en el período de rápido crecimiento de la fruta y el de precosecha (8).

Aguacates: (*Persea americana*)

Los mayores rendimientos se han obtenido manteniendo un abatimiento máximo de la humedad aprovechable en el estrato de suelo 0-60 por abajo del 30%.

En suelo de arcilla se ha observado que el agua la absorbe la planta de los primeros 60 cms. de suelo hasta en un 97% pero en suelos de textura más gruesa el abasto baja a un 80%. Es interesante hacer notar que

en los suelos pesados el 80% de agua proviene de los primeros 30 cms. de suelo.

La relación E_t/E_0 es relativamente constante durante el año, siendo el valor medio de 0.4 a 0.6 predominando los valores de 0.4 a 0.5. En la época de gran crecimiento de la fruta y de precosecha, la relación sube hasta cifras alrededor de 0.6 (4)

Manzanos: (*Malus sylvestris*)

Son particularmente sensibles a una mala aereación del suelo, y a déficit de humedad en especial durante el período de fructificación.

Hasta un 92% del agua proviene en general del estrato de suelo 0-120 cms., siendo el 80% de esta fracción del estrato 0-60 cms. (1).

La relación E_t/E_0 promedio durante toda la estación de crecimiento es 0.8 pero con valores extremos de 0.4 y 1.2. Como en los demás cultivos frutícolas los valores más altos se presentan en la época de gran crecimiento de la fruta y en la precosecha (4)

Bananas: (*Musa spp.*)

Tiene un sistema radicular ralo y superficial y la planta no tolera déficit de humedad sin ser severamente afectada, pues la experiencia indica que debe irrigarse antes de que el 25% de la humedad aprovechable haya sido abatida del suelo (8).

El agua se absorbe principalmente del estrato 0-60 cms., siguiendo de

cerca la distribución siguiente:

Estrato de suelo (cms.)	E_t (%)
0 - 15	30
15 - 30	30
30 - 45	23
45 - 60	17

Los valores de la relación E_t/E_0 varían de 0.3 al inicio de la estación de crecimiento a 0.6 - 0.9 durante el gran desarrollo de la infrutescencia y estado de precosecha.

Alfalfa: (Mendicago sativa)

Aun cuando el sistema radicular es profundo, hasta un 80% del agua proviene de los primeros 90 cms. de suelo, y en general un 90% se derivan del estrato 0-120 (2).

La relación E_t/E_0 varía de 0.3 a 0.8, los valores más bajos se han observado durante los primeros 12 días después del corte y los más altos posteriormente. Esta transición es rápida pues el ciclo es alrededor de 35 días. El valor promedio de E_t/E_0 es de 0.6.

Eficiencia del Uso del Agua:

Comparativamente la eficiencia de los anteriores cultivos al uso del agua puede ser como sigue:

Especie	Eficiencia Factible Kg./Ha. mm. de Agua E_t	Kg./Ton. de Agua	Valor económico relativo /Ton. de agua.
Trigo	16	1.6	11
Sorgo	27	2.7	18
Maíz	26	2.6	16
Tomate	130	13.0	100
Cítricos	76	7.6	30
Aguacate	78	7.8	140
Manzano	163	16.3	758
Plátano	51	5.1	40
Alfalfa Forraje (Materia seca)	31	3.1	12
Alfalfa Semilla	2.2	0.2	20

En la actualidad se trabaja con entusiasmo por aumentar estos valores ya por mejoramiento de la producción o por sistemas de tecnologías que reduzcan las pérdidas de agua por evaporación, pues esta fracción no parece tener gran efecto positivo. Es interesante hacer notar que la demanda de agua que se evapotranspira puede no diferir mucho de un cultivar bueno a uno malo, considerando que este término se aplica por lo general según la cosecha obtenida. Es aun posible observar una demanda de agua mayor en cultivos malos que en los buenos; sin embargo, el enfoque de la literatura tiende a hacer notar que existe un paralelismo entre transpiración y producción vegetal, considerando el total de la materia seca, que incluye todo material producido.

Analizando el valor relativo de la producción en función del agua evapotranspirada por los cultivos referidos facilmente se concluye que trigo, maíz y sorgo, tres granos básicos en la dieta del hombre, y alfalfa un forraje fundamental para la cría de animales domésticos, presentan un valor de retorno potencial muy bajo, lo que obliga a sembrarlos solo en

regiones de agua barata (posiblemente de temporal), que no impliquen implementaciones sofisticadas de alto costo unitario, y bajo agricultura extensiva.

El resto de los cultivos tipificados, hortaliza y frutales, tienen una eficiencia superior, llegando a valores muy altos como el del manzano hasta a valores mínimos como el de los cítricos que actualmente sufren una crisis de bajo precio por sobreproducción mundial o por reducción del mercado.

La eficiencia al agua de estos cultivos hortícolas y frutales, permite mayores inversiones de capital, lo que facilita sembrarlos bajo riego con sistemas de alto valor como son los fijos, amortizables a mediano plazo.

CONCLUSIONES:

- 1.- La gran mayoría de los cultivos agrícolas sembrados en suelos profundos se abastecen de agua de los primeros 60 a 90 cms., disminuyendo su producción potencial cuando el abatimiento de la humedad disponible es mayor del 30%.
- 2.- La irrigación, considerada como la aplicación suplementaria de agua a los cultivos para satisfacer su demanda, implica mejorar su programación e implementación, ya que al tender hacia un aumento de la frecuencia se tienen mayores pérdidas de agua y aumentos en los costos de aplicación.
- 3.- Satisfacer la evapotranspiración del cultivar es fundamental al tratar de maximizar la producción de la tierra.
- 4.- Los valores del potencial evaporativo E_o de la atmósfera, del agua altamente disponible en el suelo explorado por las raíces más activas del cultivo y del coeficiente evapotranspirativo del cultivar E_t/E_o pueden ser utilizados para formular programas prácticos de irrigación.
- 5.- Al contemplar el tipo de implementación agrícola conveniente para la producción, es útil tomar en cuenta la eficiencia evapotranspirativa del cultivar, pues permite considerar las alternativas de inversión.

R E F E R E N C I A S :

1. Assaf, R., B. Bravdo e I. Levin (1974). Effect of irrigation according to water deficit in two different soil layers, on the yield and growth of apple trees. J. Hort. Sci.49:53-64.
2. Cohen, Y., H. Bielorai y A. Devrat (1972).Effect of timing of irrigation on total nonstructural carbohydrate level in roots and on yield of alfalfa (*Medicago sativa*, L.).Crop Science 12:634-636.
3. Doorenbos, J. y W. O. Pruitt (1977).Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24.. Roma, Italia.
4. Hanks, R.J., H. R. Garner y R. L. Florian (1969). Plant growth-evapotranspiration relations for several crops in the Central Great Plains. Agron. J. 60:30-34.
5. Hanks, R. J. y R. W. Hil (1980). Modeling Crop Responses to irrigation. International Irrigation Information Center. Publicada en Canada P.O. B. 8500, Ottawa KIG 3 H9.
6. Jensen, M. E. (1968).Water consumption by agricultural plants. Editor Kozlowski, T.T. Water Deficit and Plant Growth, Vol. 2 . Academic Press, New York.
7. Plaut, 2, A. Blum, y J. Arnon (1969). Effect of soil moisture regime and row spacing on grain sorghum production. Agron. J. 61:344-347.
8. Schalhevet J., A. Mantell, H. Billorai y D. Shimshi (1976). Irrigation of Field and Orchard Crops under Semi arid Conditions. International Information Center. Publicada en Canada P.O.B. 8500, Ottawa KIG 3 HP.

COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO
POR GOTEO EN LOS ALREDEDORES DE MARACAIBO.

Ing. Agr. Maximiano Valbuena.

I N D I C E

- 1 INTRODUCCION
- 2 CARACTERISTICAS DE LA ZONA EN ESTUDIO
 - 2.1 Suelos
 - 2.2 Clima
 - 2.3 Recursos Hídricos
 - 2.4 Cultivos
 - 2.5 Topografía
- 3 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO INSTALADOS EN LA ZONA
 - 3.1 Relación caudal disponible sobre superficie regada por goteo
 - 3.2 Características del tratamiento de agua y taponamiento de los goteros.
 - 3.3 Tipos de goteros.
 - 3.4 Tamaño de los sistemas de dimensionamiento de las tuberías
 - 3.5 Distribución de caudales y presión en los sistemas de riego por goteo
 - 3.6 Respuesta de los cultivos y producción con riego por goteo
 - 3.7 Calidad de los materiales de construcción de tuberías.
 - 3.8 Relación caudal de los goteros- infiltración del suelo
- 4 CONCLUSIONES
- 5 RECOMENDACIONES
- 6 BIBLIOGRAFIAS

INDICE DE CUADROS

- CUADRO No. 1 Clasificación interpretativa por su capacidad de uso de los suelos de los alrededores de Maracaibo
- CUADRO No. 2 Caracterización climatológica del Subsector Semi-árido de los alrededores de Maracaibo
- CUADRO No.3 Balance hídrico para los alrededores de Maracaibo
- CUADRO No. 4 Análisis físico químico del agua de pozos profundos en los alrededores de Maracaibo
- CUADRO No. 5 Distribución de presiones coeficientes de uniformidad y eficiencia en algunas parcelas de las diferentes fincas evaluadas

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA NO. 1 Plano del Zulia indicando los sectores de la cuenca del Lago Maracaibo según COPLANARH
- FIGURA NO. 2 Distribución de las precipitaciones y evaporaciones mensuales para la Estación Maracaibo (1951-1970)

COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LOS ALREDEDORES DE MARACAIBO

Ing. Agr. Maximiano Valbuena ^{1/}

1. RESUMEN

El sistema de riego por goteo está siendo instalado en forma progresiva en los alrededores de Maracaibo desde el año 1970, siendo usado generalmente en cultivos frutales tales como uva, lechosa, etc.; teniendo en su trayectoria defensores y detractores que dependen de la experiencia que sobre el método han vivido.

Las condiciones de suelo, clima, cultivos, recursos hídricos y disponibilidades de mano de obra, hacen que el método tenga una alta posibilidad de selección por parte de los productores de la zona, pero la falta de información, asesoramiento, investigación y la mentalidad mercantilista de la mayoría de los vendedores hacen que los diseños, el manejo y el comportamiento del sistema tenga unas características de funcionamiento diferentes a las características ideales deseadas. Siendo el objetivo de este trabajo detectar los aciertos y fallas de algunos sistemas de riego por goteo en la zona que nos permita determinar los parámetros utilizables en los diseños y la visualización de nuevos programas de investigación que nos permitan adaptar y perfeccionar el sistema en la zona.

2. CARACTERISTICAS DE LA ZONA EN ESTUDIO

Es necesario hacer un pequeños análisis de las características del clima, suelo, recursos hídricos, topografía, cultivos, etc., de la zona para tener una visión clara de la importancia potencial del método así como su adaptación y comportamiento en la zona.

Entre las características más importantes tenemos:

^{1/} Profesor de la Cátedra de Riego y Drenaje de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia

2.1 Suelos

Los suelos de los alrededores de Maracaibo denominados por COPLANARH 1974 como Subsector D (Ver figura No. 1) y clasificados por COPLANARH 1974 y LUZ 1974 de acuerdo a la clasificación taxonómica de suelos de la siguiente manera: Orden Aridisol, Suborden Argids Gran grupo Haplargids, Subgrupo Typic Haplargids Familia Franco Fina ISOHIPERTERMICA.

Por lo general los suelos presentan un perfil superficial de textura gruesa (a, af, Fa o F) con una profundidad variable de 0 a 60 cm, sobre otro perfil de textura más fina (FAa, FA ó Aa) que se comporta como un horizonte argílico. Estos suelos fueron clasificados en unidades de acuerdo a su capacidad de uso por LUZ 1974 utilizando la clasificación interpretativa de las ochos clases y que en forma resumida se presenta en el Cuadro No. 1

CUADRO No. 1 Clasificación interpretativa de acuerdo al posible uso de los suelos de los alrededores de Maracaibo

UNIDAD DE SUELO	PROFUNDIDAD DEL PRIMER ESTRATO cm	% DEL AREA	CLASIFICACION	
			Sin Riego	Con Riego
I	0 - 30	32.5	VI esc	VI es
II	30 - 40	30.3	VI esc	IV es
III	40 - 50	24.5	IV esc	III es
IV	Más de 50	12.74	IV esc	II es

e : Riesgo de erosión

s : Suelo

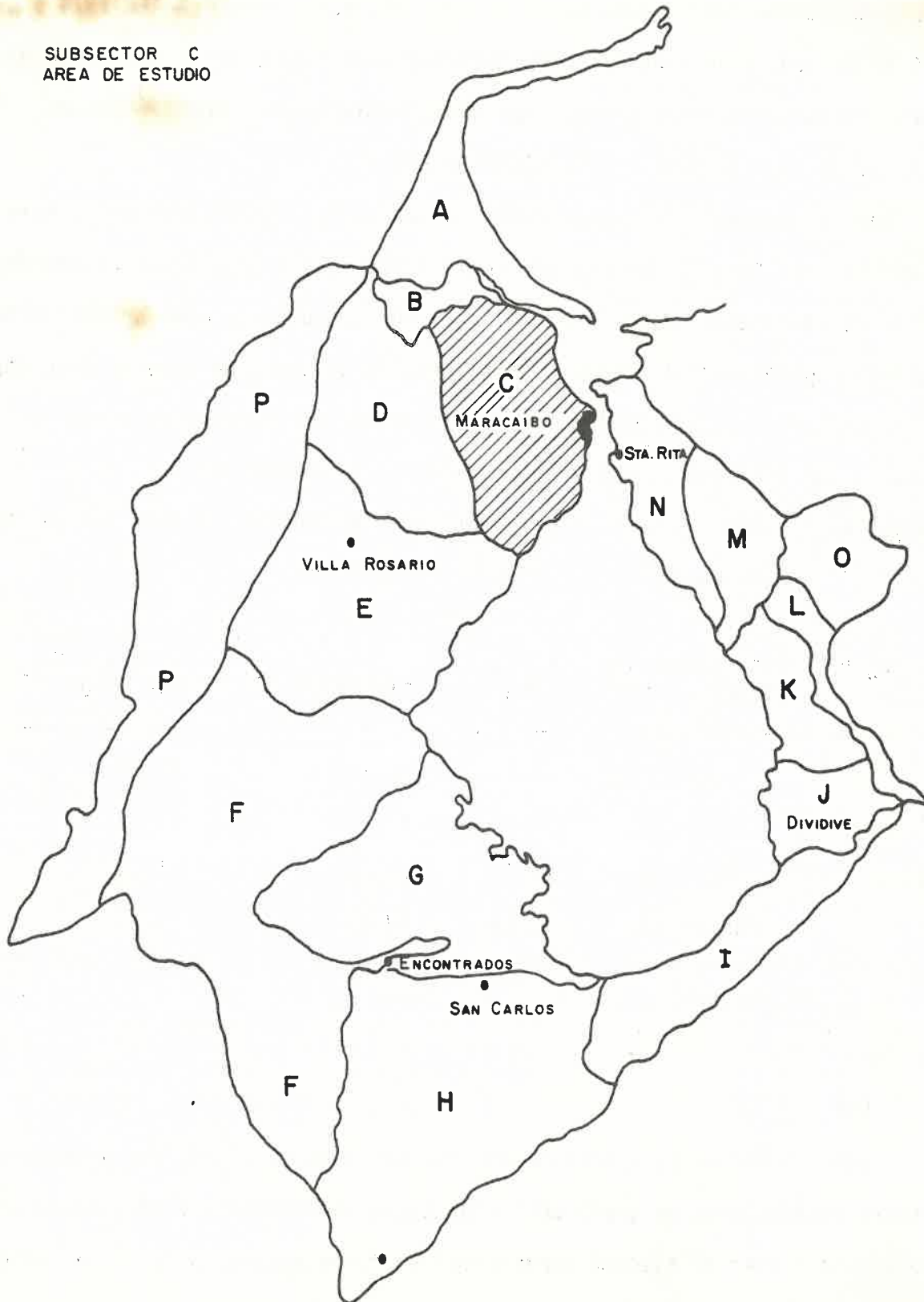
c : Clima

Estos suelos en su condición natural son bien drenados, con estructura en bloques subangulares de grado débil, de buena infiltración y fácilmente erodables; al eliminar el estrato superficial en forma natural o mecánica, aflorando

REGIONES NATURALES DE LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO SEGUN COPLONARH



SUBSECTOR C
AREA DE ESTUDIO



el horizonte argílico, cambian totalmente las buenas características físicas, disminuyendo la percolación, infiltración, aumenta la dureza en seco, es muy friable en húmedo, disminuye el desarrollo radicular y en poco tiempo aparecen concreciones de hierro.

Las condiciones nombradas anteriormente, la nivelación de estos suelos teniendo que ser regados por disposiciones especiales de riego por superficie, aspersión o goteo; solamente se recomienda regar por goteo las unidades II, III y IV ya que en la unidad E pequeños caudales producen encharcamiento y escoorrentía encontrándose en el campo poco enraizamiento y afixia fisiológica en los cultivos regados por goteo en esta unidad.

2.2 Clima

Las características del clima las podemos resumir en el Cuadro No. 2 tomando de la estación climatológica de Maracaibo para el periodo 1951-1970 ubicada a 66 mts. S.N.M. y a cargo de las F.A.V.

La distribución de las precipitaciones y evaporaciones mensuales se observan en la Figura No. 2 y los resultados del balance hídrico en el Cuadro No. 3, reflejando la necesidad imperiosa de utilizar el riego como suplemento para garantizar una cosecha económica para el cultivo.

2.3 Agua

En la zona aparte de las escasas precipitaciones la única fuente de agua para riego es la subterránea, extraída por medio de pozos profundos que oscilan entre 70 y 150 mts. de profundidad, con caudales entre 3 y 50 Lps, aumentando progresivamente los contenidos de sales en la dirección Norte, son ricas en la condición natural en Sulfato Ferroso (SO_4Fe) en dilución que al oxigenarse con aire de la atmósfera se oxida formando Hidroxido Férrico (OH_3Fe) que es un precipitado irreversible de tamaño microscópico obstruyendo tuberías y goteros.

CUADRO NO. 2

CARACTERIZACION CLIMATOLOGICA DEL SUBSECTOR SEMIARIDO, SEGUN DATOS DE LA ESTACION MARACAIBO, M.O.P.
 PERIODO 1951 A 1970

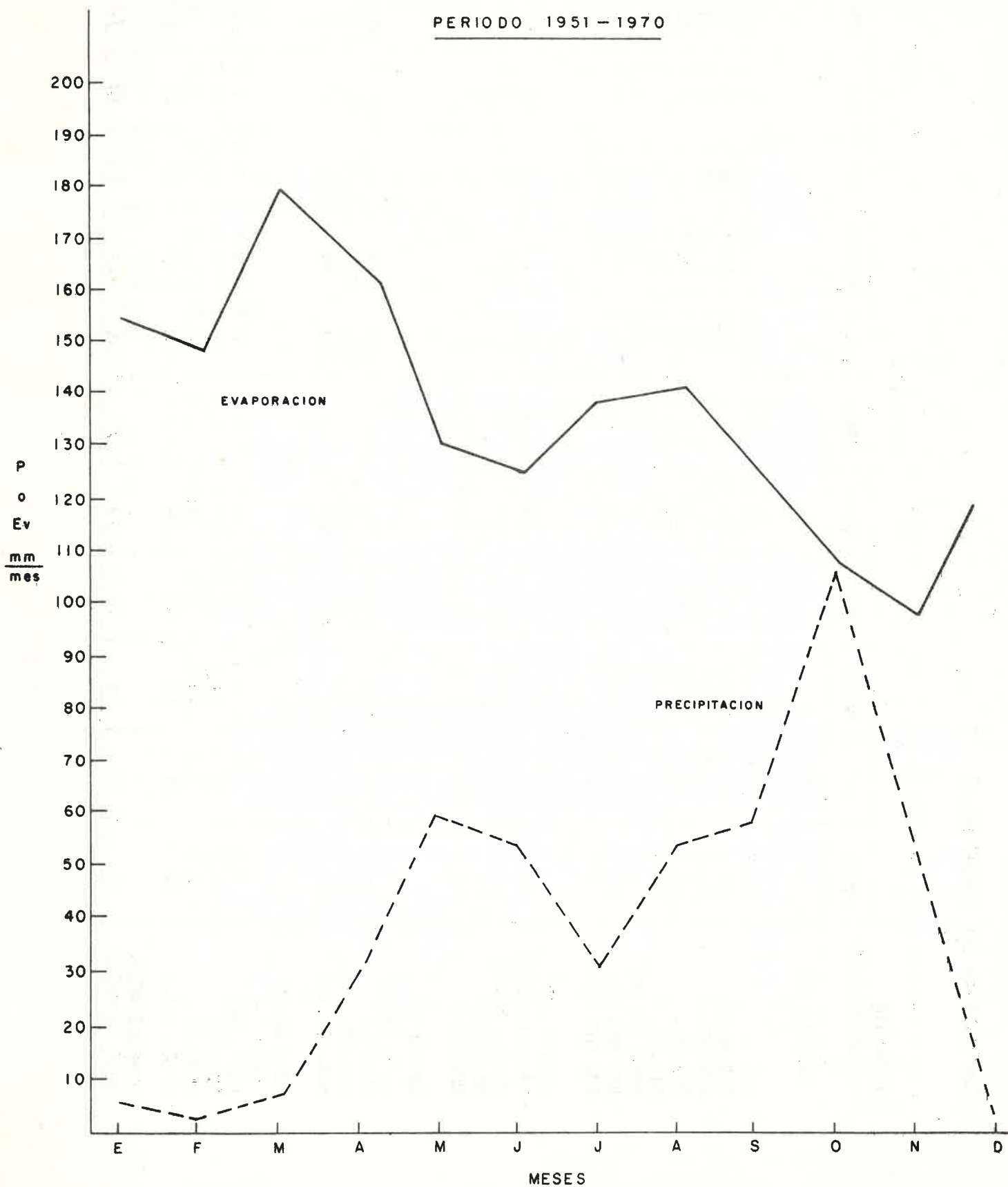
ELEMENTO CLIMATOLOGICO	M E S E S											
	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
PRECIPITACION (mm)												
TOTAL	6	2	6	25	60	53	29	53	57	107	60	10
MAX.TOTAL	39	11	74	172	146	193	87	185	131	218	177	58
MIN.TOTAL	0	0	0	0	0	10	5	2	3	5	2	0
MAX.24 HR.	28	5	30	62	57	69	71	105	45	95	59	26
MAX.10 MIN.	9.5	3.4	10.1	16.0	22.0	23.0	21.5	30.3	20.7	28.1	22.7	10.7
EVAPORACION (mm)												
TOTAL	154	150	180	162	130	127	141	145	128	109	105	131
MIDIA DIA.	5.0	5.3	5.8	5.4	4.2	4.3	4.7	4.7	4.3	3.5	3.5	4.3
MAX.ABS.TOTAL	205	190	231	203	186	161	192	175	151	148	144	187
MIN.ABS.TOTAL	123	116	127	104	98	98	100	99	77	50	50	58
MAX.ABS.TOTAL	10.9	10.5	13.2	10.2	12.2	8.3	8.3	8.3	8.8	7.1	6.7	7.8
MIN.ABS.DIA	1.1	0.4	0.6	0.4	0.0	1.0	1.1	0.7	0.0	0.0	0.3	1.0

CONTINUACION DEL CUADRO NO. 2

ELEMENTO CLIMATOLOGICO	M E S E S											
	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
TEMPERATURA (°C)												
MEDIA	26.7	26.9	27.3	27.9	28.4	28.6	28.6	28.8	28.6	28.0	27.8	27.2
MAX. MEDIA	31.8	31.9	32.2	32.5	33.1	33.4	33.6	33.9	33.8	32.7	32.4	32.1
MIN. MEDIA	23.4	23.8	24.2	25.0	25.4	25.3	25.2	25.4	25.1	24.9	24.7	24.1
MAX. ABS.	35.5	35.4	37.8	38.0	37.6	37.2	37.7	38.0	38.7	36.6	36.3	35.4
MIN. ABS.	19.9	20.6	20.0	20.2	20.5	22.9	21.0	19.5	19.0	18.0	20.4	20.7
AMPLITUD MED.	8.4	8.2	8.0	7.6	7.7	8.1	8.4	8.6	8.7	8.3	7.8	7.9
AMP. MAX. ABS.	13.3	13.3	13.8	12.8	13.0	12.7	13.0	13.4	12.8	13.4	12.0	11.4
AMP. MIN. ABS.	3.8	3.7	3.9	2.4	1.9	3.0	3.2	4.6	3.4	3.0	2.3	4.1
VIENTO (KPH)												
PREVALECIENTE	NE	NE	NE	NE	N-NE	N-NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
VELOC. MEDIA	13.2	15.7	16.7	15.6	11.0	10.7	11.4	11.0	9.4	8.9	9.2	11.4
MAX. DIREC.	N	NE	N	N	NE	SE	E	N	E	SE	NE	N
MAX. VELOC.	68.6	61.2	75.0	70.2	59.4	77.0	95.0	73.8	81.4	108	60.0	55.7
RADIACION (CAL/CM2.d)												
MED. DIA	466	505	511	501	463	475	509	524	530	463	442	456
MAX. ABS. DIA.	731	777	796	864	813	837	868	851	864	782	737	682
MIN. ABS. DIA	163	125	240	105	104	133	243	194	166	97	111	173
INSOLACION (HR/D.)												
HORAS MED.	8.5	8.7	8.0	6.5	6.0	6.7	8.0	8.0	6.9	6.2	6.9	7.8
MAX. ABS.	11.4	11.2	11.3	11.2	12.0	11.7	12.1	12.0	11.4	11.4	11.5	11.1
MIN. ABS.	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
% DEL POSIB.	74	74	67	53	49	53	65	65	58	53	59	68
HUMEDAD RELATIVA (%)												
MEDIA	75	75	74	75	79	75	75	74	75	78	77	77

DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION Y EVAPORACION
DE LA ESTACION MARACAIBO (GRANO DE ORO)

PERIODO 1951-1970



CUADRO NO. 3

BALANCE HIDRICO PARA EL AREA DE ESTUDIO *

MES	Pe (mm)	Uc (mm/mes)	Cm (mm/mes)	ΔA	AA	Exc	DNR
E	4	93,80	37,43	33,43	0	0	56,37
F	7,2	156,30	7,2	0	0	0	149,10
Mz	2,4	224,16	2,4	0	0	0	221,76
Ab	25,6	14,07	14,07	11,53	11,53	0	0
My	68,8	43,69	43,69	25,11	36,64	0	0
In	44,8	92,58	81,44	-36,64	0	0	11,14
Il	38,4	171,57	38,40	0	0	0	133,17
Ag	63,2	211,20	63,20	0	0	0	148
S	93,6	164,88	93,60	0	0	0	71,28
O	128	168,24	128	0	0	0	40,24
N	77,6	10,53	10,53	67,07	67,07	0	0
D	11,2	44,84	44,84	-33,64	33,43	0	0
		1395,86	564,8				831,06

Donde: Pe es la precipitación efectiva, $Pe = 0.8 P$

Uc uso consuntivo

Cm consumo mensual

ΔA variación de almacenamiento

AA almacenamiento acumulado. El máximo es de 85,2 mm

Exc excedentes

DNR demanda neta de riego

$$N_R = \frac{831,06}{116,32} = 7,14 \text{ meses netos de riego}$$

* Tomado de Añez 1979

El alto contenido de hierro en el agua de la zona en estudio es uno de los principales problemas que presenta el riego por goteo en la zona debido a que la velocidad de oxidación del hierro disminuye en función del tiempo y el cambio de PH del agua, permaneciendo hierro en forma reducida, pasando por los filtros, oxidándose y precipitando en la red de tuberías tapando tubos y goteros. El Cuadro No. 4 nos ofrece un análisis de agua de tres pozos de la zona dos ubicados en la zona sur y uno ubicado en la zona norte.

2.4 Cultivos

Por las condiciones de clima, suelo, recursos hídricos, vías de acceso, cercanía a los centros de consumo, mano de obra, etc. La explotación agrícola en la zona queda restringida al uso de cultivos altamente remunerativos como frutales y hortalizas, existiendo unas 3000 Has., explotadas con estos rublos de las cuales unas 500 Has. están regadas por goteo y el resto constituyen un mercado potencial para este método de riego, teniendo en forma aproximada la siguiente distribución de cultivos en la zona

Vid	1000 Has.
Níspero	1200 Has.
Hortalizas	500 Has.
Mango	200 Has.
Guayaba	150 Has.
Citricos	100 Has.
Otros	100 Has.

2.5 Mano de Obra

Por la imposibilidad de nivelar los suelos de la zona en estudio, en forma tradicional se viene regando con surcos, rectos, largos y con tapas, que es un método que requiere de la participación de grandes cantidades de mano de obra que en la zona se hace cada vez más costosa y escasa; siendo el riego por goteo

CUADRO No. 4

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA DE LA ZONA EN ESTUDIO

	POZO SUR	POZO SUR	POZO NORTE
CLORO RESIDUAL AL CAPTAR (CL)			
ARENA			
CONDUCTANCIA ESPECIFICA A 25°(MICROMHOS)	893	947	2000
PH	6.8	6.8	6.15
COLOR APARENTE (UNIDADES PT-CO)			
COLOR REAL (UNIDADES PT-CO)			
TUBIEDAD (UNIDADES)			
CLORURO (CL)	110	130	489.2
SULFATO (SO ₄)	78	81	96
NITRATO (NO ₃)	0	0	0
NITRATO (NO ₂)	0	0	0
FLUORURO (F)	0.4	0.6	
CALCIO (Ca)	24	18.4	35.27
MAGNESIO (Mg)	17	18.0	42.80
SODIO + POTASIO (Na)	117	140	363
HIERRO DISUELTO (Fe)	0.45	0.3	
HIERRO DISUELTO + EXTRAIBLE CON HCL (Fc)	1.25	1.53	
MAGNESIO DISUELTO (Mn)	0	0	
MANGANESO DISUELTO + EXTRAIBLE CON HNO ₃ (Mn)	0	0	
SILICE (SiO ₂)	20	20	
HIDRIDO CARBONICO LIBRE (CO ₂)	41	46	
ACIDEZ a pH 4.5 (CaCo ₃)	0	0	
ALCALINIDAD A pH 8.3 (CaCo ₃)	0	0	
ALCALINIDAD TOTAL (CaCo ₃)	146	156	219.6
DUREZA TOTAL (CaCo ₃)	130	120	321.3
DUREZA CARBONATICA (CaCo ₃)	130	120	
DUREZA NO CARBONATICA (CaCo ₃)	0	0	
MINERALES DISUELTOS (CALCULADOS)	340	504	
INDICA DE LANGELIER (pH-PHs)	-1.3	-1.3	
DUREZA CALCICA	60	46	

Los resultados están expresados en mg/l

y aspersión una alternativa para disminuir la participación de la mano de obra en el riego, permitiendo además la realización de otras labores culturales.

2.6 Topografía

La topografía de la zona es plana o ligeramente ondulada, teniendo pendientes máximas menores del 3% en las cuales se adaptan perfectamente los diseños normales de goteros y riego por goteo.

3. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO INSTALADOS EN LA ZONA

Este capítulo está relacionado con lo que se cree deban ser las normas mínimas para el diseño de un sistema de riego.

3.1 Relación caudal sobre superficie de riego

En los sistemas evaluados la relación caudal sobre superficie es baja, encontrándose un promedio de 0.5 L.P.S./Ha. con un horario de trabajo para la fuente de 12 horas/día, habiéndose determinado para la zona un caudal necesario de 0.75 L.P.S./Ha. con un horario de trabajo para la fuente de 24 horas/día.

Este problema fue creado por el interés de los productores de aumentar el área de producción y la forma inescrupulosa como algunos comerciantes vendían el sistema de riego por goteo bajo el sofisma que el sistema de riego ahorra casi la mitad del agua usada por el resto de los sistemas y de esa forma se podía duplicar el área sembrada.

3.2 Características de los equipos de filtración y taponamiento de goteros.

En la buena calidad del agua se puede decir que está el 90% del éxito al usar el riego por goteo, por lo que el estudio de la calidad físico-química del agua debe preceder al tipo de tratamiento y a la selección del filtro para el sistema; habiéndose procedido en la zona usando el método del tanteo y el error, colocando en los primeros sistemas evaluados filtros centrífugos, a los próximos de zaranda, a los otros filtros de grava y a los últimos una combinación de los distintos tipos de filtros encontrándose en todos los sistemas

evaluados un 90% de obstrucción parcial de los goteros y un 10% promedio de obstrucción total, usando en todos los casos una vigilancia y mantenimiento continuo durante la operación de riego. Lo que significa que el tratamiento del agua, en la zona de estudio no puede ser solamente filtración, sino otra alternativa que mejore la situación planteada.

3.3. Tipos de goteros usados

La selección de los goteros instalados en la zona no responde a un estudio serio del problema, habiéndose procedido por tanteo y error. Siendo los primeros goteros instalados los del tipo NETAFIM que son desarmables, luego se instalaron algunos limpiables pero de difícil ensamblaje y por último algunos de fácil mantenimiento.

3.4 Tamaño de los sistemas y dimensionamiento de las tuberías

Se pudo observar en las evaluaciones realizadas que el dimensionamiento de las tuberías laterales y múltiples no obedecían a un diseño hidráulico pre-establecido, si no a la forma y tamaño de las parcelas obteniéndose diferencias de presión entre los goteros más alejados de una parcela pequeña del 10% y de parcelas grandes hasta del 70%.

3.5 Distribución de caudales y presión

Para la determinación de la distribución de las presiones se midió en distancia equidistante la presión de entrada y final de por lo menos el 6% de los laterales o ramales incluyendo el primero y el último ramal, en la determinación de la eficiencia y la uniformidad de distribución se midió el caudal en el 20% de los goteros de los ramales en los que se midió la presión obteniéndose un coeficiente de uniformidad (C.U) promedio del 80% y un patrón de eficiencia del 70% excluyendo los goteros completamente tapados.

En el cuadro No.5 se presenta un resumen de los coeficientes de Uniformidad Patrón de Eficiencia y Distribución de Presiones

CUADRO No. 5.

FINCA AGROTECNICA							
No. de la Parcela	C.U. %	PE %	\bar{Q} LPH	PiL1 PSi	PFL1 PSi	PiLF PSi	PFLF PSi
1B	82	69	3.6	4.5	2.8	3.6	2.2
2B	85	73	4.1	4.2	3.3	3.6	2.6
5B	72	78	4.51	4.6	2.8	3.8	2.5
4B	90	79	4.3	5.5	3.2	5.0	3.0
FINCA LOS PACHOS							
A	76	63	5.9	20	19.5	19.5	18
FINCA LAS MARGARITAS							
A	87	82	4.9	26.5	19	11	
C	80	77	5.6	30	23	13.5	
E	83	75	6.5	27.5	22	16	
B	87	84	5.9	28	20	11.5	
FINCA LAS CRUCES *							
1A*	61	55	5.5	10	8.5	2.25	2.29
5 *	60	54	6.7	20	19	11.5	9.0

* El CU y el PE se determinó tomando en cuenta los goteros obstruidos

Pi - Presión inicial

PF - Presión final

L1 - Primer Lateral

LF - Último lateral

Se observa en el Cuadro No. 4 que para las parcelas de alta y baja uniformidad se obtuvieron similares coeficientes de uniformidad y eficiencia, hecho que se cree es debido al mayor taponamiento parcial de los goteros de mayor presión,

3.6 Respuesta de los cultivos y producción

Con el uso de riego por goteo se ha observado un buen desarrollo inicial del cultivo de la vid con menor producción y vida útil en relación con el promedio de la zona. Esto se cree que se deba a la baja relación caudal sobre superficie ya que los cultivos en su fase inicial requieren de menores volúmenes de agua por lo que se desarrollan sin déficit hídricos y al adquirir su máximo desarrollo y su máxima demanda hídrica el sistema no está en capacidad de proporcionarle el agua necesaria, disminuyendo la producción y la vida útil del cultivo.

3.7 Calidad de los materiales

Los principales problemas de calidad se presentaron con los materiales plásticos o de polietileno que al no tener protección solar en poco tiempo se desnaturalizaban, teniendo que sustituir la red de tuberías y goteros. El otro problema de importancia es el uso de tuberías laterales sin memoria que imposibilita la sustitución de goteros sin producir algún daño en las tuberías.

3.8 Relación caudal de los goteros - infiltración del suelo.

En las evaluaciones realizadas se determinó que el 50% de las fincas evaluadas el caudal de los goteros producían escorrentía y encharcamiento, concluyéndose que no se tomaba en cuenta la capacidad de infiltración del suelo para la selección del caudal de los goteros, siendo en la zona el caudal máximo (en litros por hora) por gotero que no produce escorrentía ni encharcamiento igual a la infiltración básica en cm por hora.

4. CONCLUSIONES

4.1 La zona en estudio presenta características positivas para la instalación del sistema de riego por goteo.

4.2 El principal limitante del sistema en la zona es la calidad y tratamiento del agua ya que todos los sistemas estaban afectados parcial o totalmente por el Hidróxido Férrico encontrado en el agua de la zona.

4.3 Las bajas relaciones de caudal por superficie indican que los diseñadores están usando relación agua - suelo - planta - atmósfera obtenidos en otras latitudes.

4.4 Las desuniformidades de presión en muchas de las parcelas evaluadas indican que no se siguen las recomendaciones generales de hidráulica de diseño para riego por goteo

4.5 Los indicadores de uniformidad y eficiencia obtenidos en las evaluaciones están por debajo de los límites inferiores esperados para riego por goteo.

4.6 La forma como ha venido evolucionando el sistema en la zona indican el desconocimiento de aspectos ligados al riego y se ha procedido usando la táctica del tanteo y el error.

4.7 Existe falta de asistencia técnica en la selección y manejo de los sistemas de riego por goteo.

5. RECOMENDACIONES

5.1 Deben establecerse normas nacionales para el diseño, la construcción e importación de materiales usados en riego por goteo, que garanticen el buen funcionamiento, larga vida útil y mayor producción de los sistemas.

5.2 Deben aumentarse los esfuerzos en las investigaciones sobre tratamiento de aguas ferrosas que tanto afectan los sistemas de riego por goteo en las condiciones tropicales.

5.3 Deben realizarse programas de investigación sobre el manejo, tratamientos y mantenimiento de los sistemas de riego por goteo en las condiciones tropicales.

5.4 Debe investigarse la relación agua-suelo-planta-atmósfera usando riego por goteo que permita establecer parámetros reales de diseño en las condiciones tropicales.

5.5 Se deben implementar las medidas de divulgación sobre el método de riego que permitan aumentar la capacidad de los usuarios en la selección del mejor método de riego.

6. BIBLIOGRAFIA

- AÑEZ, R.D. Metodología para la Evaluación Integral del Riego por Goteo. L.U.Z. Facultad de Agronomía, Venezuela. 1979
- AÑEZ, R.D. Problemática del Riego por Goteo en el Estado Zulia, Primer Seminario Nacional de Riego por Goteo. Mérida, Venezuela, 1977.
- AÑEZ, D. y VALBUENA, M. Consecuencia de un mal Manejo de Suelo en los Alrededores de Maracaibo. L.U.Z. Facultad de Agronomía. Venezuela.
- KILLER, J. and Karmeli, D. Twickle Irrigation Design Parameters. Transactions of the ASAG P(678-683)
- MATERANO, G. et al Estudio de Suelo del Jardín Botánico de Maracaibo L.U.Z. Facultad de Agronomía, Venezuela. 1974.
- VALBUENA, M. El Riego por Goteo. L.U.Z. Facultad de Agronomía, Maracaibo, Venezuela. 1977
- VALBUENA, M. Estudio del Sistema de Riego por Goteo en la Planicie de Maracaibo. L.U.Z. Facultad de Agronomía, Venezuela. 1977
- VALBUENA, M. Estudio de la Eficiencia del Riego por Goteo. I Seminario Nacional de Riego por Goteo. Mérida Venezuela. 1977.
- MOP Resumen Climatológico de la Estación Maracaibo. Caracas Venezuela. 1979.

OPERACION DE SISTEMAS DE RIEGO LOCALIZADO EN FUNCION DEL SUELO,
CLIMA, SALINIDAD Y EFICIENCIA DEL AGUA.

1/ Dr. Jaime Leal Díaz.

R E S U M E N :

Las evidencias hasta ahora acumuladas en la literatura científica y técnica, muestran la posibilidad de aproximar la solución de programas de irrigación para sistemas de riego por goteo de cultivos agrícolas, bajo diversas condiciones climatológicas, de suelo, salinidad del agua, y eficiencia o productividad marginal de la aportación del agua.

Los rendimientos máximos de los cultivares agrícolas en general se observan bajo condiciones de transpiración máxima o de déficits hídricos mínimos.

La relación entre el rendimiento actual y potencial parecen seguir de cerca la relación evapotranspiración actual y evapotranspiración potencial correspondiente.

La existencia de períodos críticos de las especies vegetales hacen, sin embargo, que estas correlaciones se desvien en las diferentes épocas de desarrollo.

Los modelos de demanda de agua que corresponden evaporación, transpiración y requisitos de lavado, han dado resultados prácticos en sistemas de riego localizado, por lo que se utilizan en la programación de riegos.

1/ Director de Agrox de México Avenida Revolución # 450, Col. Contry,
Monterrey, N. L. , México.

Aceptando que debe mantenerse, todo el tiempo, alta humedad en el suelo, el potencial hidráulico que motiva la demanda de agua puede relacionarse a la capacidad evaporativa de la atmósfera o a sus presiones de vapor.

Es importante considerar el volumen de suelo humedecido y el volumen de agua altamente disponible bajo las condiciones de la demanda para calcular la frecuencia y duración del riego.

La eficiencia del agua se puede optimizar con mayor facilidad en los cultivos agrícolas que disponen de sistemas de riego por goteo o similares, por su gran uniformidad y facilidad de programación y operación. La dinámica de las relaciones Costo-Producto obligan a mantener un continuado estudio de esta variable.

OPERACION DE SISTEMAS DE RIEGO LOCALIZADO EN FUNCION DEL SUELO,
CLIMA, SALINIDAD Y EFICIENCIA DEL AGUA.

1/ Dr. Jaime Leal Díaz.

INTRODUCCION:

El manejo eficiente de los sistemas de riego se vuelve un tema crítico en el desarrollo de la agricultura. El alto costo del agua y su escasez lo hacen indispensable.

Un manejo razonable requiere información confiable sobre el uso consuntivo, la productividad del agua y los riesgos de salinización o deterioro de los suelos. La gran variabilidad de condiciones existentes aún en una misma localidad hacen la experimentación difícil y lenta.

El análisis de numerosas investigaciones relacionadas permiten estimar los rendimientos posibles bajo diferentes abastecimientos de agua y características ambientales, o bien las aportaciones de agua requeridas para un posible rendimiento bajo diversas condiciones.

La dinámica del crecimiento de la planta, de la transpiración, del flujo de agua y sales del suelo, y la variabilidad en la precipitación, irrigación y distribución del agua hacen el desarrollo de modelos, un objetivo muy complicado; sin embargo, se trata en este trabajo de llegar a aproximaciones que puedan aplicarse bajo numerosas condiciones agrícolas, y a facilitar su implementación.

Los sistemas de riego localizado añaden condiciones interesantes en la programación; permite variar la frecuencia hasta el extremo de hacer posible la irri

gación permanente en función del déficit evapotranspirativo, el volumen de suelo mojado y la dinámica de la concentración salina en el suelo.

Desarrollo de Modelos:

Los sistemas de riego localizado, en general permiten una alta eficiencia y uniformidad de la aplicación de agua, pero no necesariamente el agua aplicada se evapotranspira o se utiliza para mantener una cierta condición del sustrato, o bien satisface la demanda del cultivar o redonda en un progreso económico.

Asumiendo que el cultivar en donde se satisfacen las demandas evapotranspirativas es el más productivo y que existen evidencias de una relación positiva, estrecha y lineal, entre transpiración y producción de materia seca, es posible generalizar que permitiendo a la planta cultivada transpirar a su máximo es factible obtener el máximo rendimiento.

Puede además conceptuarse que la evaporación de agua a través de cualquier otras superficies que no sean las de la especie cultivada, es improductiva, un desperdicio, o antieconómica.

Se habla de evapotranspiración por comodidad o por la frecuente dificultad de medir la evaporación y la transpiración por separado, pero al utilizar sistemas de riego localizado como el de goteo en donde las pérdidas de humedad se reducen, los usos consuntivos referidos en la literatura bajo condiciones de riego convencionales o aun precipitaciones pluviales, se minimizan.

Idealizando los modelos, el rendimiento relativo cambia paralelamente a la

transpiración, pero se observan desviaciones a esta regla especialmente en las llamadas épocas críticas en donde se determina la producción de la parte específica de la planta que se desea cosechar.

Las mejores aproximaciones de los modelos se han obtenido cuando se refiere el total de la materia seca producida. Un balance hidrológico del sistema, y un conocimiento de su dinamismo y productividad es por lo tanto básico, para definir los modelos a utilizar.

El balance hidrológico puede establecerse bajo las bases siguientes:

$$I = ET - P - \Delta S + E + D = ET + R + D - (P + \Delta S)$$

en donde I es igual a la irrigación, ET la evapotranspiración, P la precipitación pluvial, ΔS el cambio de la humedad residual del suelo, E al escurrimiento y D al drenaje por fuera de la zona de raíces.

Observe que $I + P + \Delta S$ es igual al abasto de agua, siendo este equivalente a $ET + E + D$. Al calcular la eficiencia de los cultivos al uso del agua, deberá considerarse el total de las aportaciones pero con frecuencia se hacen comparaciones marginales para destacar la importancia de alguna fracción.

El rendimiento o producción de material del cultivar R, puede relacionarse a su valor máximo R_{max} , obteniéndose el valor relativo R/R_{max} , factible de compararse con otros cultivos o con el mismo bajo diferentes condiciones.

El rendimiento relativo R/R_{max} cambia con la evapotranspiración relativa ET/ET_{max} , que refiere al uso consuntivo real ET y al uso consuntivo potencial o máximo ET_{max} .

Aun cuando el paralelismo de R/R_{\max} y ET/ET_{\max} es muy generalizado, y obedece de cerca una ecuación lineal, su pendiente no es igual para todos los cultivos o todas las condiciones y la línea no parte del origen, dado que el agua evaporada no repercute en la producción.

Sin una estimación de los valores máximos de R o de ET , se han logrado modelos en donde $R = -A + m ET$. Cuando $R = 0$, $A = m ET$ y $ET = \frac{A}{m}$. Este valor es prácticamente la medida de la evaporación pues se considera no tiene impacto directo en el rendimiento.

Es interesante comprobar la variedad de condiciones bajo las cuales se obedece este tipo de aproximaciones, llegandose a obtener valores muy cercanos para un cultivo aún con salinidades de suelos y programas de riego diferentes.

En los sistemas de riego localizado y en especial en riego por goteo en donde el componente E de Et tiende a ser pequeño, por lo menos para el agua de irrigación, la magnitud del valor A se minimiza y el valor m se vuelve máximo. Por el contrario, los sistemas de alta evaporación y baja eficiencia tienen valores A muy altos, valores m bajos y desviaciones significativas de la ecuación anterior, tendiéndose a una relación de incrementos decrecientes.

Estos modelos son prácticos para cultivos en donde no se presentan períodos críticos o bien se trata de producir materia seca en general y no una parte de la planta en especial. Bajo estas condiciones satisfacer la demanda de agua es igualmente importante durante todo el ciclo.

La mayoría de los cultivos en donde se aplica el riego localizado, presentan

periodos críticos y una sola relación estacional entre R y ET no se apega a la realidad.

El modelo anterior trata de definir la importancia de satisfacer la evapotranspiración máxima del cultivar a fin de maximizar la producción pero no indican la forma en que los valores de ET_0 ET_{max} pueden determinarse en la práctica.

La demanda de agua productiva de los cultivos se considera, en su mayor parte, como la transpiración, la cual opera directamente como un adiómetro osmótico en donde la evaporación está determinada por el potencial de presiones de vapor entre la solución acuosa del adiómetro y la del agua de la atmósfera, y el tiempo durante el cual este fenómeno ocurre.

Todo el sistema podría resolverse considerando $V = KF$, en donde V representa la velocidad de la transpiración o evapotranspiración según el caso, F la fuerza que motiva el movimiento del vapor de agua y K todas las características del sistema que influyen sobre su permeabilidad al vapor.

Aproximaciones sencillas hacia este planteamiento se han presentado, en donde el rendimiento se relaciona a la demanda de agua del ambiente, la cual se refiere al valor de E_0 o Evaporación Potencial de la Atmósfera, y a la Transpiración que ha presentado el cultivar.

$$R = m T/E_0$$

R representa el rendimiento del cultivar y m una serie de factores de proporcionalidad y características del sistema.

Numerosas investigaciones demuestran la validez de esta posibilidad en donde el rendimiento se relaciona casi linealmente con la transpiración.

Es indispensable poder determinar el valor de T o bien separar E de ET y valorar $T_{\text{Max.}}$, $E_{\text{max.}}$, $R_{\text{max.}}$ y R .

En general, puede aceptarse $T_{\text{max.}} = a E_0$ siendo $a = 0$ desde la plantación hasta la emergencia de las plantas. a crece hasta un valor de 1 y en algunos casos ligeramente superior a 1, durante el rápido desarrollo de los frutos o la precosecha, bajando más tarde hasta valores de 0. Para definir $E_{\text{max.}}$ puede usarse la ecuación siguiente:

$$E_{\text{max.}} = b (E_0 - T_{\text{max.}}).$$

b tiene un valor de 1 al estar mojada toda la superficie del suelo y no estar sombreada, disminuyendo a valores de 0.2 y aun menores, al crecer la vegetación o deshidratarse la superficie del suelo.

Los valores de a y b son pues variables que dependen de las condiciones del suelo, de la cobertura vegetal y del estado de crecimiento del cultivo. Estos dos últimos podrían considerar para plantas anuales, cinco estados: plantación a emergencia, emergencia a principios de floración, principios de floración a principios de fructificación, principios de fructificación a fines de floración y finales de floración a madurez. Este reloj biológico funciona en principio para todos los vegetales que fructifican.

La pérdida de agua del suelo ya sea por evaporación o transpiración dependen de las condiciones del suelo, planta y clima, y estarán determinadas por el

potencial de presiones de vapor existentes entre las superficies en desequilibrio, por las resistencias del sistema al flujo del vapor y por el tiempo que dure el fenómeno.

El potencial de presiones de vapor del sistema estudiado puede relacionarse directamente a la evaporación potencial dentro de un rango muy amplio de potenciales mátricos y osmóticos, y aceptarse para un lapso determinado que estos últimos son pequeños en comparación del potencial atmosférico, a no ser que el suelo o la planta presenten una elevada deshidratación.

La evaporación del suelo E y la transpiración T pueden relacionarse a la evaporación potencial E_0 , asumiendo que existe un equilibrio instantáneo de cada superficie reaccionante, S_E evaporante, S_T transpirante y S_{ET} total evapotranspirante.

$$E = \frac{a E_0 S_E}{S_{ET}} \quad \text{y} \quad T = \frac{b E_0 S_T}{S_{ET}}$$

Observese que:

$$E + T = ET = \frac{(E_0)}{(S_{ET})} (a S_E + b S_T)$$

Los valores de a varían de 1 a 0 según la humedad de la superficie del suelo, y b de 0 a 1.2 dependiendo de las posibilidades del sistema suelo-planta para abastecer de humedad las superficies transpirantes y del estado fisiológico de la planta.

Algunos valores de a y b se han calculado para aproximar estas determinaciones:

Superficie de Suelo Humedad a Capacidad de Campo o Superiores.	a = 0.8 a 1.0
Superficie de Suelo a Capacidad de Campo a 1.0 atm. de tensión.	a = 0.8 a 0.5
Superficie de Suelo a 1.0 atm. de tensión a 15 atm.	a = 0.5 a 0.2
Superficie de Suelo por arriba 15 atm. de tensión.	a = 0.2 a 0
Vegetación tierna, sin restricción de humedad.	b = 0.3 a 0.5
Vegetación madura, no senil, sin restricción de humedad.	b = 0.5 a 0.6
Vegetación en floración, principios de fructificación, desarrollo rápido de frutos, sin restricción de humedad.	b = 0.6 a 1.2
Vegetación madura, senil, sin restricción de humedad.	b = 0.6 a 0.2
Vegetación muerta o defoliada.	b = 0.0 a 0.2

Las restricciones de humedad del suelo, disminuyen los valores de b, aproximadamente en la magnitud que afectan a a. Una gran desviación a estos valores la sufren las especies que son deterioradas por condiciones de elevada humedad en el suelo, pues las raíces se pudren, los vasos conductivos se tupen y el sistema se interrumpe.

Este planteamiento obliga a una estimación de las superficies evaporantes y transpirantes, las cuales por en llegar a ser desde ligeramente superiores hasta inferiores a la superficie horizontal del terreno.

En el caso del riego por goteo o riego localizado, el área evaporante se reduce sobre otros sistemas de riego pero aumenta la frecuencia con que el suelo se rehumedece.

Cuando se destruyen las malas hierbas, los valores de transpiración decrecen por reducción en el área transpirante pero al progresar el desarrollo vegetativo, crecen por el aumento foliar.

Los cálculos de ET requieren por lo tanto la determinación de E_o , S_E y S_T y la estimación de los valores correspondientes a los coeficientes a y b.

Puede calcularse T conociendo E_o , S_T y S_{ET} y estimando los valores de b.

Estas aproximaciones son válidas bajo amplias condiciones de trabajo pero se requiere ajustar las técnicas para medir S_T y S_E y las condiciones del sistema agua-planta, sobre todo de los potenciales en el suelo, en las hojas y en la atmósfera.

El potencial evaporante del ambiente puede relacionarse a E_o ya sea medido en evaporómetros tipo A o por otro medio debidamente ajustado.

El cálculo de ET en medios sin restricciones de humedad para el cultivo puede aplicarse a la programación de la irrigación en sistema de riego localizado, reponiendo el agua deficitaria del suelo, antes de que limite el desarrollo o funcionalidad del cultivar.

Programación del Riego:

Existe un gran volumen de experiencias sobre el uso del agua que presentan las plantas bajo diferentes condiciones climatológicas y de humedad del suelo. La conclusión general es que la Evaporación y la Transpiración que se presentan en un cultivar dependen de las condiciones de la atmósfera y de la disponibilidad del agua del suelo.

La evapotranspiración potencial $ET_{max.}$, cuando no existe limitante en la vegetación o en la humedad del suelo, se puede relacionar a las condiciones evaporativas de la atmósfera, las cuales se expresan relativamente a los valores de la evaporación potencial, medida en evaporómetros tipo A, resultando que:

$$ET_{max.} = fE_0$$

f representa además de factores de proporcionalidad una variable que caracteriza a la vegetación y su condición de crecimiento, así como a las superficies de suelo húmedo que sufre la evaporación directa. Así pues la evapotranspiración actual puede diferir de $ET_{max.}$, en general siendo inferior o igual a ésta,

$$ET = E + T = f_1E_0 = E_0 (f_1 + f_2)$$

f_1 expresa un coeficiente que relaciona el valor del potencial evaporativo de la atmósfera E_0 con la evaporación potencial del suelo y f_2 al correspondiente de la vegetación.

Valores para f_1 y f_2 se refieren a continuación que podrían aplicarse a diferentes condiciones observadas.

<u>Valores de f_1</u>		<u>Valores de f_2</u>	
Suelos de arena, o ligeros con subsuelo de grava.	1.15	Cítricos	0.7
Arenas	1.10	Plátanos o Bananas	0.8
Limos	1.05	Frutales	0.9
Migajones y Arcillas	1.00	Vid	0.9
		Hortalizas	0.9
		Tabaco	1.0
		Tomate	1.0
		Maíz	1.4
		Caña de Azúcar	1.1

Los valores potenciales de f_1 serán afectados por el estado de humedad del suelo y las condiciones climatológicas, recomendándose se multipliquen por índices de evaporación siguientes:

Índices de evaporación del suelo

Porcentaje de agua disponible en el suelo.	Evaporación Potencial E_0 mm/día.			
	0 - 3.0	3.1 - 4.0	4.1 - 6.0	6.1 ó mayor
100 - 75	1.0	1.0	1.0	1.0
74 - 50	1.0	1.0	0.8	0.6
49 - 25	1.0	0.7	0.5	0.35
24 - 0	0.5	0.3	0.25	0.15

Cuando existen restricciones a la evaporación del suelo o a la transpiración estos factores f serán modificados, debiéndose reducir paralelamente a la restricción, por ejemplo, el desarrollo de la vegetación, el cambio de estado

fisiológico o funcional, o la deshidratación de la superficie del suelo.

Se ha propuesto que el valor del coeficiente f_2 sea ajustado en relación al desarrollo, en la forma siguiente:

$$f'_2 = f_2 \left(\text{Coeficiente de Cobertura Vegetal} + \frac{1}{2} (1 - \text{Coeficiente de Cobertura Vegetal}) \right),$$

siendo el coeficiente de cobertura vegetal la relación que existe entre la proyección horizontal de la planta y el área total que le corresponde en el terreno.

Por ejemplo, una planta de 2 m^2 de proyección horizontal que esta sembrada en líneas a 2 metros de distancia y espaciadas cada 2 m., tendría un Coeficiente de Cobertura Vegetal de $2 \text{ m}^2 / 4 \text{ m}^2 = 0.5$, y su valor $f'_2 = f_2 (0.5 + 1/2 (1 - 0.5)) = f_2 0.75$.

El estado fisiológico, influye en el valor final del coeficiente f_2 , proponiéndose que:

$$f''_2 = f'_2 \left(\text{Coeficiente fisiológico de madurez} \right).$$

El coeficiente fisiológico de madurez, indica estados críticos para el desarrollo o rendimiento de la planta cultivada y puede variar de 0 o casi cero para plantas en dormancia, en estado senil o latencia; de 0.2 a 0.5 para plantas pequeñas en crecimiento; de 0.5 a 0.8 en plantas maduras o que tienden a la madurez; y de 0.8 a 1 para plantas en estados críticos de transpiración, generalmente de floración, ahijamiento, formación de frutas, hinchamiento o rápido crecimiento de frutos, o estados de precosecha en donde se tiene acumulación acelerada de carbohidratos.

Los valores diarios o por periodos seleccionados pueden estudiarse y determinar la estimación de ET actual o ET deseable, calculando E y T.

Observese que f_1 debe ser corregido también por la fracción de suelo mojado y su condición, por lo que se propone que:

$$f'_1 = f_1 \quad (\text{Coeficiente de hidratación de la superficie del suelo } \times \text{ fracción del suelo humedecida no sombreada}).$$

El coeficiente de hidratación esta determinado por el estado de humedad de la superficie y la fracción de tiempo del período en estudio que permanece en esta condición sin sombra, y la fracción de suelo humedecido, al área asignada a la planta en estudio dentro del terreno y al área humedecida no sombreada que está bajo condición de humedad anterior. Por ejemplo, superficies de suelo humedecidas a capacidad de campo o superiores pueden tener un valor de 1 a 0.8, superficies entre capacidad de campo y 1 atm. de tensión entre 0.8 y 0.5, superficies entre 1 y 15 atm. de tensión de 0.5 a 0.2, y superficies más deshidratadas valores menores de 0.2.

La superficie que permanece húmeda por el goteo durante la operación del sistema puede tener un coeficiente de hidratación de 1.0, pero si permanece en este estado solo 12 horas del día tendría un valor de $1 \times 12/24 = 0.5$, más posiblemente 0.1 correspondiente a su hidratación superficial durante el resto del día.

Estudemos una sombra de plátanos o bananos, sembrados en un suelo migajón cuyo valor $f_1 = 1.0$, con un espaciamiento de 4 x 4 m., cuyo desarrollo tiene una

proyección horizontal de 8 m^2 , y que esta en plena fructificación. Esta planta se riega con 4 goteros de 4 l/h. cada uno que humedecen 1 m^2 de superficie de suelo por unidad que permanece directamente expuesta a la radiación solar 4 horas.

Si queremos estimar el valor de ET o el de sus componentes, veamos lo siguiente:

$$f'_1 = 1.0 \quad (1 \text{ a } 0.8) \times 4/8 \times 4/24 = 1 \quad (0.5 \text{ a } 0.4) \quad 4/24 = 0.08 \text{ a } 0.07$$

$$f''_2 = 0.8 \quad (4/8 + 1/2 (1 - 4/8)) \quad (1 \text{ a } 8) = 0.8 \quad (0.75) \quad 1 \text{ a } 0.8 = 0.6 \text{ a } 0.48$$

El valor de ET sería = $(0.08 \text{ a } 0.07) E_0 + (0.6 \text{ a } 0.48) E_0$ o bien = $(0.68 \text{ a } 0.55)E_0$

En virtud de que estas aproximaciones son confiables hasta un décimo de unidad, $ET = (0.7 \text{ a } 0.6) E_0$.

Considerando un valor de E_0 igual a 10 mm. diarios, la demanda evapotranspirativa sería igual a 6 a 7 mm. o sean 96 a 112 l/día-planta ó 6 a 7 horas de riego/día.

Otros sistemas de riego como el de microaspersión requieren de ajustes para evaluar las pérdidas de evaporación pues no está determinada solamente por la insolación directa del suelo sino por la pérdida de vapor que sufren las gotas de agua durante su caída.

Influencia de la salinidad.

Tanto la concentración total de sales como la de sus componentes iónicos, y

moleculares influyen en el desarrollo de las plantas, por lo que el agua de riego y los suelos deben considerarse en este sentido al establecer el manejo del agua y su dosificación.

En general la salinidad tiene efectos osmóticos y iónicos directos en las plantas y consecuencias secundarias, no menos importantes, según influya sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos.

La salinidad de la zona radicular varía con la profundidad y el tiempo. Cuando la fracción de lavado es mayor de 0.3, la distribución vertical de la concentración de sales en el agua del suelo es relativamente uniforme. En suelos con menores fracciones de lavado pueden tenerse en la parte inferior a la zona radicular, concentraciones de sales en el agua del suelo 5 a 20 veces mayores que las de la superficie del suelo. La magnitud de esta diferencia esta determinada también por la frecuencia de aplicación de agua, así como por la uniformidad de la infiltración del agua y la magnitud de la evapotranspiración.

La mayor variación en la distribución de las sales en el suelo se presentan con el riego por goteo y el de otros sistemas de riego localizado en donde se podría incluir aun el riego por surcos.

La absorción de agua más intensa se encuentra en las zonas del suelo con menores concentraciones salinas, lo cual se presenta inmediatamente abajo de la descarga de los goteros o inmediatamente al centro de los surcos.

El desarrollo de las plantas se reporta linealmente afectado por la concen-

tración salina, siendo mayor entre menor es la concentración en el agua que baña la raíz, pero existe una gran variación en la tolerancia de diferentes especies.

La graduación de esta puede ser como sigue:

Conductividad Eléctrica del Extracto de Saturación en milimhos/cm. a 25°C, a la cual se presentan rendimientos relativos de 100% a 0% en diferentes especies vegetales.

	Rendimiento relativo:	
	100%	0%
A. Plantas Sensibles.	1.5	8.0
B. Plantas Moderadamente Sensibles.	3.0	16.0
C. Plantas Moderadamente Tolerantes.	6.0	24.0
D. Plantas Tolerantes.	10.0	32.0

El daño de la salinidad está a su vez influido por el tiempo durante el cual la planta ha sido afectada. Además, se tienen etapas en donde son más sensibles. Arroz, cebada, trigo y maíz son más sensibles en el estado de plántula, y pueden mejorar después, volviendo a sensibilizarse en la floración. En los frutales se han observado efectos del patrón sobre el injerto y viceversa.

La tolerancia parece aumentar con la frecuencia del riego, con el mantenimiento de alta humedad en el suelo y con los climas que motivan bajas evapotranspiraciones.

La fracción de lavado (FL) es la relación que existe entre el agua que se drena (Ad) por abajo de la zona radicular y el agua aplicada o recibida por la planta (Ai).

$$FL = \frac{Ad}{Ai}$$

Por otra parte, bajo condiciones de lluvia insignificante:

$$FL = \frac{Ad}{Ai} = Ci / Cd = CEi / CEd$$

siendo C_i y C_d la concentración salina del agua de irrigación y drenaje respectivamente y CE la conductividad eléctrica que le corresponde.

El requisito de lavado mínimo RL de un suelo irrigado, puede determinarse al conocer la irrigación adicional que tendría que aplicarse para mantener una cierta concentración salina en la zona inferior a las raíces. Una estimación de esta fracción puede calcularse así:

$$RL = C.Ei / C.E*d = Ad*/Ai*$$

Requiriéndose solo definir la máxima conductividad eléctrica permitida en el agua de drenaje $CE*d$ y la correspondiente al agua de riego CEi ; o bien el agua drenada* y el agua irrigada* bajo esta condición.

Asumiendo uniformidad en la distribución del agua, el agua de irrigación A_i deberá ser igual al agua evapotranspirada A_{et} más el agua drenada para lavado A_d .

$$A_i = A_{et} + A_d.$$

La calidad del agua de riego y sus efectos son influidos por la precipitación pluvial y su distribución, por lo que los juicios anteriores puede corregirse de la siguiente manera:

$$CE_i + r = \frac{CE_i A_i + CE_r A_r}{A_i + A_r}$$

A representa la lámina de agua, C.E. su conductividad eléctrica, y r e i, la lluvia y el agua de riego respectivamente.

El valor de $CE_i + r$ puede sustituir a CE_i en las ecuaciones anteriores para determinar el requisito de lavado.

Las reacciones químicas del agua en el suelo, por ejemplo, intercambio iónico, hidrólisis y precipitación de sales deben de tomarse muy en cuenta pues afectan las decisiones obtenidas con los cálculos anteriores. La precipitación por ejemplo, puede permitir un menor requisito de lavado, y la dispersión del suelo por intercambio de sodio en el sistema coloidal, dificultan el lavado, o la hidrólisis, cambiar el pH y afectar la nutrición de las plantas.

Intervalo y duración de riegos:

Puesto que el ideal de los sistemas de riego por goteo es mantener óptima humedad en el suelo todo el tiempo, el ritmo de aplicación debería seguir de cerca la evapotranspiración del cultivar. En la práctica esto es virtualmente imposible. Es más sencillo regar a intervalos o a déficit de humedad establecidos.

En arenas o suelos gruesos puede ser necesario el riego diario o más frecuente para mantener una determinada humedad, pero en migajones y arcillas se tienen experiencias sobre intervalos de dos o tres días, sin embargo, es práctico el riego diario, sobre todo para evitar el escurrimiento superficial o el sellado del suelo, cuando se trata de sustratos de baja conductividad hidráulica.

Calculando la evapotranspiración diaria y el requisito de lavado, y el agua altamente disponible en el suelo de que dispone la planta, se logra determinar la frecuencia de riegos. Como agua altamente disponible puede aceptarse hasta un 20% del agua total disponible en la zona radicular bajo condiciones de alta demanda evapotranspirativa, y hasta un 50% cuando se tiene baja demanda.

En general se tienen de 120 a 170 litros de agua disponible por metro cúbico de suelo humedecido a capacidad de campo. Aun cuando no se tiene una verdadera capacidad de campo puesto que existirán puntos de humedecimiento superiores y otros inferiores casi en todas las condiciones, para definir alternativas de trabajo puede aceptarse, la disponibilidad de solo 24 a 34 litros de agua por metro cúbico de suelo para ambientes de alta evapotranspiración y hasta 60 a 85 litros por metro cúbico de suelo, en ambientes de baja evapotranspiración; esto es para lograr máximos rendimientos de los cultivos.

Los suelos son minados profusamente por las raíces hasta una profundidad media de 1.2 metros, encontrándose la mayor actividad en los primeros 60 a 90 cms.; por lo que disponer de humedad y nutrientes en esta capa es deseable para obtener las máximas cosechas aun de árboles frutales.

Observese, por lo tanto, que si un gotero descarga 4 l/h. de agua, humedece en promedio una sección horizontal de 0.6 m^2 , y se tiene una profundidad de 0.6 a 0.9 mts. como zona radicular activa, realmente abastece 0.36 a 0.54 m^3 , lo cual significa de 8.6 a 18.4 litros de agua altamente disponible para la planta bajo alta demanda evapotranspirativa y 21.6 a 45.9 litros en condiciones de baja demanda, a estas cantidades debe añadirse el abatimiento de humedad que

ocurriese durante el proceso mismo del riego.

El tiempo de operación necesario para aplicar el agua abatida variaría de 2.15 a 4.6 horas bajo alta demanda, y de 5.4 a 11.5 horas en baja demanda, después de lo cual se interrumpiría hasta que se llegue al déficit de humedad calculado.

El volumen de suelo mojado, minado activamente por las raíces, es determinante del tiempo máximo de operación de cada riego, así como las condiciones del ambiente y el estado de crecimiento del cultivar. Entre mayor es este volumen, se tiene más cantidad de agua disponible bajo cualquier condición ambiental y mejor posibilidad de abastecer la demanda del cultivar.

Se refieren numerosas investigaciones en donde los mejores resultados del riego por goteo se han obtenido con humedecimientos de 25 a 50% del área sombreada de las plantas, lo cual demuestra la capacidad del sistema radicular para interceptar el agua recibida o contenida en el suelo. Aceptando la profundidad media radicular de 60 a 90 cms., resultaría de 1,500 a 4,500 m³ de suelo humedecido por hectárea, y 36 a 153 m³ de agua altamente disponible bajo alta evapotranspiración y de 90 a 382.5 m³ de agua altamente disponible por hectárea sombreada, en condiciones de baja demanda.

Un cultivar con 70% de cobertura vegetal podría requerir de 1,050 a 3,150 m³ de suelo humedecido, o bien 1,750 a 5,250 goteros de 4/l. por hectárea. La capacidad instalada correspondiente sería de 1.94 l/s. a 5.8 l/s. por hectárea.

La frecuencia del riego la daría el tiempo necesario para abatir el agua disponible estimada, y el tiempo de operación, la relación entre el abatimiento del agua disponible más el agua necesaria para el lavado del suelo y la capacidad instalada del sistema.

Ejemplo: La demanda del cultivar es de $50 \text{ m}^3/\text{día}$, el suelo tiene bajo las condiciones ambientales existentes 100 m^3 de agua altamente disponible y la capacidad instalada del sistema de riego por goteo es de 2.5 l/s .

$$\text{La frecuencia del riego sería: } \frac{100 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3/\text{día}} = 2 \text{ días.}$$

$$\text{El tiempo de operación: } \frac{100 \text{ m}^3}{2.5 \text{ l/s}} = 40,000 \text{ segundos} = 11.1 \text{ horas.}$$

Si el requisito de lavado fuese de 20%, el tiempo de operación se alargaría a 13.87 horas.

Eficiencia del Agua:

Como indicador de la eficiencia del agua de un cultivar, se utiliza la producción por una parte y el consumo o insumo de agua que ha demandado el proceso. La producción puede ser en materia seca, verde, comercial y aun en valores económicos y el consumo o insumo de agua en volúmen, peso o en su valor económico que tiene o cuesta.

La relación se hace al concluir un proceso de producción o durante el proceso mismo y se recomienda hacerla, en relaciones de masa, peso o volúmen, indicando las características de cada uno de los parámetros que intervienen, o bien en relaciones de costo, producto o beneficio total y marginal, correspondientes.

OPERACION DE SISTEMAS DE RIEGO LOCALIZADO EN FUNCION DEL SUELO,
CLIMA, SALINIDAD Y EFICIENCIA DEL AGUA.

CONCLUSIONES:

- 1.- Aun cuando el paralelismo de $R/R_{max.}$ y $ET/ET_{max.}$ es muy generalizado, y obedece de cerca una ecuación lineal, su pendiente no es igual para todos los cultivos o todas las condiciones y la línea no parte del origen, dado que el agua evaporada no repercute en la producción.
- 2.- Sin una estimación de $R_{max.}$ y $ET_{max.}$, se tienen modelos en donde $R = A + m ET$. Cuando $R = 0$ y $ET = A/m$. Este valor de ET se considera prácticamente como la medida de la evaporación ya que no tiene impacto directo sobre el rendimiento.
- 3.- La mayoría de los cultivos en donde se aplica el riego localizado, presentan períodos críticos y una sola relación entre R y ET no se apega a la realidad.
- 4.- El comportamiento de las plantas como admómetros osmóticos permite hacer aproximaciones del rendimiento en función a la transpiración y al potencial evaporante de la atmósfera. Su relación puede representarse como sigue: $R = m T/E$.
- 5.- Puede aceptarse $T_{max.} = a E_0$, y $E_{max.} = b (E_0 - T_{max.})$. a representa la capacidad de la vegetación para transpirar y b la del suelo para evaporar.

- 6.- La evaporación del suelo E y la transpiración T pueden relacionarse a la evaporación potencial E_o , asumiendo que existe un equilibrio instantáneo de cada superficie reaccionante.
- 7.- Los cálculos de ET requieren de determinaciones de E_o , S_E (superficie evaporante) y S_T (superficie transpirante) y la estimación de los valores correspondientes a y b .
- 8.- El potencial evaporante del ambiente puede relacionarse a E_o , ya sea medido en evaporómetros tipo A o por otro medio debidamente ajustado.
- 9.- Se tienen valores potenciales característicos de suelos y plantas de su capacidad evaporativa y la forma en que estos son modificados por las condiciones ambientales de humedad y el estado de crecimiento de los cultivos. Esto ayuda considerablemente a la programación empírica de riegos y al cálculo y diseño de los sistemas de riego.
- 10.- La salinidad del agua de riego y del suelo tienen efectos osmóticos y iónicos directos en las plantas, y consecuencias secundarias no menos importantes, según influya sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos.
- 11.- La absorción del agua más intensa se encuentra en las zonas de los suelos con menor concentración salina, lo cual se presenta inmediatamente abajo de la descarga de los emisores en donde se tenga la mayor aplicación de agua.

- 12.- El efecto de las sales sobre las especies vegetales varía según la planta, su estado fisiológico y el tiempo que permanezcan bajo esa situación. La tolerancia de ellas parece aumentar con la frecuencia de riego, el mantenimiento de alta humedad en el suelo y las condiciones que generen bajas evapotranspiraciones.
- 13.- La calidad del agua de riego y sus efectos son influidos por la precipitación pluvial y su distribución.
- 14.- En arenas o suelos gruesos puede ser necesario el riego diario o más frecuente para mantener un determinado abasto de humedad, pero en migajones y arcillas se tienen buenos resultados con intervalos de dos o tres días, sin embargo, puede ser práctico el riego diario; sobre todo para evitar el escurrimiento superficial o el sellado del suelo, cuando se trata de sustratos de baja conductividad hidráulica.
- 15.- Como agua altamente disponible para las plantas puede aceptarse hasta un abatimiento del 20% de la total disponible en la zona radicular bajo condiciones de alta demanda evapotranspirativa, y hasta un 50% cuando se tenga baja demanda.
- 16.- Los mejores resultados del riego localizado se han obtenido con humedecimiento del 25 al 50% del área sombreada de las plantas, lo cual indica la capacidad del sistema radicular para interceptar el agua recibida o contenida en el suelo.
- 17.- Como indicador de la eficiencia del agua de un cultivar, se utiliza la producción por una parte y el consumo o insumo de agua que ha demandado el proceso. La producción puede ser en materia seca, verde, comercial y aun en valores económicos, y el consumo o insumo de agua en volumen, peso o en su valor económico que tiene o cuesta.

RECOMENDACION

La aplicación de productos químicos para el control de plagas y enfermedades del suelo por medio de la microirrigación, presenta un reto a los investigadores.

La necesidad de incluir en esta a fitopatólogos, entomólogos y especialistas de suelos, es determinante ya que ayudará a resolver las incógnitas que se puedan presentar en las distintas fases de las interacciones.

Federico Dao
4 de junio de 1981

"LA MICROIRRIGACION EN EL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES" 1/

Ante la realidad que del total de agua disponible en el mundo sólo un 2.6% corresponde a agua dulce, cabe reconocer que las modernas tecnologías de microirrigación y riego localizado en general, desarrolladas en estos últimos veinte años, constituyen una herramienta de suma utilidad para lograr una mayor eficiencia en el uso del recurso.

En efecto, dichas modernas tecnologías, descritas por Sterling Davis como "la aplicación frecuente, lenta de agua y aditivos químicos al suelo, a través de emisores localizados a intervalos a lo largo de la línea de aducción", aseguran una eficiencia de aplicación de más del 90%, superando en mucho las obtenidas mediante el empleo de técnicas tradicionales, por gravedad o aspersión. Esto se deriva fundamentalmente de la manera como se distribuye el agua en el suelo, no saturando el espacio poroso y manteniéndolo en muy buenas condiciones de aireación, lo que limita la amenaza que para las plantas significa la proliferación de hongos en dicho medio.

Aplicación de Pesticidas y el Medio Ambiente

La contaminación ambiental es una función inherente a la existencia del hombre. Las actividades industriales y de toda índole que se utilizan para mantener la producción y el nivel de existencia, producen desechos o contaminantes que requieren algún tratamiento realista. La generación de energía, aparte de las derivadas de la radiación solar o de la utilización de saltos hidráulicos, también producen contaminación ambiental.

1/Ponencia presentada por el Dr. Federico Dao, Director del Programa de Sanidad Vegetal del IICA.

Los plaguicidas que están incluidos en las prácticas más sofisticadas para el control de las plagas y enfermedades que afectan la productividad agrícola y que son también de uso común en los programas diseñados para proteger la salud y el bienestar del ser humano, coadyuvan significativamente a la contaminación mencionada.

El control de plagas y enfermedades del suelo, sólo puede ser llevado a cabo con la aplicación del producto en el área de siembra o con el uso de variedades resistentes.

Entre las principales plagas y enfermedades, las pudriciones radiculares y marchitez han arrasado a los cultivos desde que el hombre empezó a sembrar en los suelos aluviales ricos de los Valles del Nilo y el Eufrates.

La primera anotación en la literatura de aplicación de productos químicos al suelo para el control de plagas se remonta a 1869 con la aplicación de bisulfuro de carbono como fumigante del suelo para el control de la filoxera de la vid. Otros tratamientos, como la aplicación del azufre, se desarrollaron a partir de 1891.

Hoy en día, con excepción de la aplicación de los tratamientos de semillas, todos los métodos de control de patógenos del suelo se efectúan por:

1. La aplicación de fumigantes volátiles,
2. la aplicación de un fungicida o insecticida en el surco en el momento de la siembra, y
3. la aplicación de productos químicos (fungicidas o insecticidas) disueltos en el agua de riego.

Los Productos Químicos y sus Usos

Los fungicidas del suelo, pueden ser clasificados en tres grupos:

- a) Erradicantes generales;
- b) erradicantes específicos, y
- c) protectores.

a) Los erradicantes generales son específicamente biocidas, ellos son usualmente efectivos contra malezas, nemátodos y hongos. Desde que su acción es muy fitotóxica, deben ser aplicados antes de la siembra.

b) Los erradicantes específicos pueden ser volátiles y no volátiles. Ellos pueden ser efectivos en dosis y niveles económicos en el control de nemátodos, insectos y algunos tipos de hongos.

c) Los protectores se conforman como un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos e inorgánicos no volátiles. Estos incluyen los fungicidas, sulfatos de cobre, los mercuriales, ditiocarbonatos, antibióticos, etc., y los fungicidas del suelo, para el control de hongos como Rhizoctonia, Sclerotium, Phythium, etc.

Los fungicidas son aplicados directamente al suelo a través del agua de riego, incorporados al suelo o directamente a través del tratamiento de la semilla.

La aplicación de un producto químico al suelo por cualquiera de los métodos antes indicados debe ser considerado desde el punto de vista de cuatro dimensiones. El volumen del suelo cubre tres dimensiones y el tiempo de aplicación en relación con la época de siembra es la cuarta. En general, la zona de ataque del patógeno en el suelo representa el aspecto del espacio; la relativa fitotoxicidad del producto químico determina el aspecto tiempo.

Los productos químicos pueden ser aplicados a todo el área del suelo, a una sola parte de éste, o en la hilera de siembra. En el caso de irrigación por goteo, la aplicación se efectúa al bulbo húmedo o sea al área de influencia del sistema radicular de la planta y al momento de la siembra y posterior a ésta.

Interacción Fungicida-Suelo

Cuando un fungicida es aplicado al suelo, por cualquiera de los métodos convencionales, agua de riego, incorporado o inyectado, dos cosas generales pueden ocurrir: si el producto es volátil, tiende a difundirse a través del suelo y fuera del suelo. Si el producto permanece en el suelo, por un tiempo largo, se produce una interacción, no sólo con los elementos físico-químicos del suelo, sino también

una interacción, no sólo con los elementos físico-químicos del suelo, sino también con los elementos biológicos. La respuesta del cultivo al tratamiento del suelo es determinado por el tipo y grado de estas interacciones. Estas a su vez, son dependientes del material químico y de su solubilidad en el agua, su reacción y estabilidad; y por las propiedades del suelo: su composición, su contenido de agua y su estructura molecular.

Interacción Físico-Química

El grado de retención de un fungicida o insecticida por el suelo, es determinado en gran parte por dos tipos de interacciones físico-químicas. Estas son los efectos de enlace en el suelo y la solubilización del producto químico aplicado en agua u otros solventes.

Un fungicida que se aplica en el suelo puede ser retenido y alterada su composición por los constituyentes físico-químicos del suelo; por los enlaces iónicos y enlaces de hidrógeno o las fuerzas de Van Der Waal's.

En general "la absorción" de un producto químico por los componentes del suelo puede ser considerada como el resultado de cualquiera o de una combinación de estas interacciones.

El principal agente de retención en el suelo es la partícula coloidal de arcilla. Mayor cantidad de arcilla en el suelo, mayor la fuerza de retención, lo mismo sucede en relación con los diferentes tipos de arcilla.

La materia orgánica del suelo, tiene también influencia en la retención del producto químico.

En la reacción del producto químico en el suelo también es importante considerar el caso de los productos no volátiles y no residuales.

Finalmente, independientemente de la descomposición química inicial en el suelo, los productos químicos fungicidas e insecticidas y sus compuestos de degradación, son utilizados por los microorganismos del suelo como medios de energía,

ejemplos de éstos, los fungicidas que son desdoblados a simples sales inorgánicas, bióxido de carbono y agua.

Interacciones con la Biofase

El efecto más importante de un fungicida en el suelo es su influencia en la parte viva del suelo o su interacción con la biofase.

Existe una interrelación bien balanceada entre los componentes físico-químicos del suelo y los organismos que la habitan. Los organismos que constituyen la fase biótica del suelo van desde animales hasta las bacterias, hongos y actinomicetos, todos y cada uno de los cuales pueden directa o indirectamente causar efectos beneficiosos o dañinos a los cultivos. Ellos pueden también afectar la planta parasitándola, causando su destrucción o removiendo de ella los nutrientes, y por otra parte, pueden también actuar como estimulantes, alimentándola o actuando como organismos antagónicos. Nunca tienen un efecto neutral en los cultivos.

La mayor información existente en la bibliografía, desde la aparición en los años 1950 de la microirrigación, es la de la aplicación de herbicidas y de fertilizantes.

Los productos químicos herbicidas pre y post emergentes han dado satisfactorio control de malezas anuales y de malezas de hoja ancha en campos de frutales y de uvas, a pesar de la humedad continua existente alrededor del cultivo regado por microirrigación.

En cuanto a la aplicación de fertilizantes a través de la microirrigación en áreas áridas y semiáridas existen promisorias experiencias. Las frecuentes y continuas aplicaciones de los nutrientes en bajas concentraciones han dado muy buenos resultados. Es un hecho que se logra una excelente distribución, ya que la colocación del producto fertilizante se hace específicamente en la zona radicular. También, en el caso de nitrógeno, la aplicación directa en la zona radicular, debajo de la superficie del suelo, permite una mayor eficiencia y ahorro del producto.

La información sobre las aplicaciones de productos químicos fungicidas, nematocidas e insecticidas en el agua de riego, tanto por aspersión o por surcos, ha sido una práctica muy común en frutales y hortalizas. El uso de la microirrigación en la aplicación de productos químicos es una práctica alternativa que ofrece grandes perspectivas en cuanto al buen control y economía de la metodología de aplicación, ya que ofrece las siguientes ventajas:

1. Se aplica el producto en el área radicular.
2. Economía de la cantidad de producto a usar por área
3. Existe menos peligro de contaminación ambiental, y
4. Permite aplicar los productos sistémicos en el área apropiada.

No se discute que cada día es mayor la exigencia de contar con métodos más efectivos y económicos para el control de las plagas y enfermedades de los cultivos y, consecuentemente, asegurar la creciente demanda sobre más y mejores productos agrícolas. Esto se puede conseguir con nuevas técnicas o haciendo las ya usadas más efectivas.

El apoyo de los investigadores es requisito esencial en cualquiera de las dos alternativas.

Las nuevas técnicas, entre las cuales puede considerarse la aplicación de fungicidas, insecticidas y nematocidas al suelo a través de la microirrigación, no han sido todavía estudiadas en profundidad y, las escasas experiencias disponibles, no se han divulgado ni generalizado en escala significativa.

Lo anterior implica que es a todas luces necesario dedicar más tiempo y recursos a seguir experimentando la factibilidad técnica y económica de utilizar la microirrigación como vehículo para la aplicación de los productos químicos mencionados. Para el efecto, es imperativo investigar más el complejo suelo-fungicidas-insecticidas-nematocidas, en pro de resolver las incógnitas siguientes:

- a) las fuerzas operativas del suelo, especialmente de aquellas que actúan cerca de las raíces y pelos radiculares,
- b) la identificación de productos químicos que aplicados a través de la microirrigación sean más eficientes y específicos, con poca fitotoxicidad y de mayores efectos residuales,
- c) movilización adecuada de productos sistémicos del área radicular al área foliar.

La microirrigación, al permitir un cuidadoso control de la aplicación del agua de riego a los cultivos, ofrece también la ventaja de mantener los patógenos del suelo bajo control. Así, en el caso de los nemátodos, el buen control del riego previene la eclosión de los huevos del Meloidogyne Spp., reduciendo así un mayor ataque a las raíces de las plantas.

En el caso de los hongos, los excesos de agua que se derivan de riego por surcos o inundación favorecen la dispersión de esporas a través del agua, lo mismo que sucede en el caso de las bacterias fitopatogénicas del suelo. Esta dispersión se ve, por razones obvias, fuertemente limitada en el caso de la microirrigación.

Por lo expuesto, reiteramos el convencimiento de que la estrategia de control de las plagas y enfermedades de los cultivos a través de la microirrigación ofrece un amplio campo de acción a la investigación de técnicos de diferentes disciplinas y debe por lo tanto merecer preferente atención y apoyo de los entes públicos vinculados con dicha problemática.

En apoyo de lo dicho, me permito transcribir las frases del Profesor Garret, reconocida autoridad en el estudio de la problemática de los hongos del suelo, quien al respecto dice:

" Este mundo maravilloso que es el suelo, viviente madre de toda la vida de las plantas terrestres y por tanto muy ligado al ser humano y que interesa mucho al biólogo. Dentro de este suelo, miles de tipos de organismos vivientes se

interaccionan continuamente unos a otros y éstos a la vez con el sistema radicular. Por lo tanto, la problemática de las enfermedades radiculares (y su control) no deben ser estudiados aisladamente sino que debe tenerse también en cuenta todo aquello que esté en el suelo".

abarcan más de 200,000 hectáreas, este último cultivado bajo riego en los valles más fértiles del país, se estima que gran proporción de los cultivos de ciclo corto se ubican en tierras que, por su posición, inclinación o problemas especiales, no son aptas para este tipo de cultivo y aún presentarían restricciones para cultivos permanentes (clase VII, según el sistema de clasificación por capacidad de uso de las tierras). (5).

3.0 El Subsector de Riego.^{1/}

La prioridad en el subsector de riego ha sido grande en la República Dominicana. Durante el período 1973 a 1977, el 10 por ciento del gasto total del Gobierno estuvo en la construcción de presas y de canales de riego. Esto es aproximadamente el 50 por ciento de lo gastado en el sector agropecuario. Los gastos en operación y conservación no aumentaron significativamente desde 1971.

La capacidad de almacenamiento de agua actualmente excede los 1,000 millones de metros cúbicos entre diversos reservorios. La capacidad de generación hidroeléctrica disponible es de 160,000 Kw --un 23 por ciento de la oferta actual--, y las tierras bajo riego alcanzan aproximadamente 150 mil Ha. Los proyectos de inversión en sus varias fases de gestión por montos superiores a los 300 millones de dólares elevarán al doble la capacidad de almacenamiento, en 100 mil Ha adicionales las tierras agrícolas bajo riego y hasta en 500 mil Kw la capacidad de generación de energía hidroeléctrica.

El área bajo riego que comprende un 14 por ciento del área con cultivos del país, tiene como principales cultivos el arroz (50 por ciento), pastos (15 por ciento), caña de azúcar y plátanos (10 por ciento cada uno), habichuelas (6 por ciento) y el resto repartido entre cultivos como tomate, sorgo, maíz, cebolla, yuca, tabaco y maní.

^{1/} Datos princip. de las Divisiones de Operación y Riego y Drenaje del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

MANEJO DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO EM CHUCHU E PEPINO

Carlos Alberto S. Oliveira (1)

José Flávio Lopes (1)

João Maria Charchar (1)

RESUMO

Neste trabalho são apresentados e discutidos resultados de dois experimentos conduzidos sob condições edafoclimáticas do Brasil central, um com a cultura de chuchu (Sechium edule Swartz) e outro com a cultura de pepino (Cucumis sativus L.).

Na cultura de chuchu verificou-se o efeito de três métodos de irrigação (gotejamento, sulco e aspersão) sobre a produção em peso e número de frutos comerciais e sobre o desenvolvimento do sistema radicular. Para os componentes de produção analisados, o método de irrigação por gotejamento apresentou menor produtividade. Observações do sistema radicular do chuchu permitiram verificar que este se desenvolveu lateralmente, foi influenciado pelo método de irrigação e que a maior massa de raízes se localizou nos primeiros 25 cm do solo.

Na cultura de pepino, irrigada por gotejamento, objetivou-se controlar a infestação de nematóides nas raízes através de produtos químicos aplicados na água de irrigação. Foram testadas duas concentrações de carbofuran e methomyl. O número de larvas no solo, o número de ovos por grama de raiz e a porcentagem de infecção por nematóides nas raízes foram consideravelmente reduzidos com as aplicações de carbofuran através do sistema de irrigação.

(1) Eng^o Agr^o., MSc., Pesquisador da EMBRAPA - UEPAE de Brasília, Caixa Postal 11-1316, CEP 70.000 - Brasília - DF - Brasil.

INTRODUÇÃO

O chuchu é uma espécie de origem Asteca (México) (1) amplamente distribuída sobre o globo terrestre. Sua popularidade espalhou-se para o oeste da Índia, sudeste da Europa e E.U.A. e para a Rússia (3). É cultivado em solos tropicais, contudo, maiores produções são obtidas em altitudes entre 500 e 1.500 metros, onde as noites são mais frias (5). Em Louisiana, o chuchu produz frutos no outono e no início de inverno até a primeira geada (10). No Brasil é cultivado em escala comercial em áreas próximas aos grandes centros urbanos (8).

De acordo com o Relatório Técnico anual da EMBRAPA-UEPAE de Brasília, de 1980, (4) o chuchu é a segunda cucurbitácea e a quinta hortaliça mais comercializada no Brasil. Somente no ano de 1978 foram comercializados no país cerca de 170.000 t do produto, correspondendo a uma média diária de 450 t.

Nenhum trabalho de pesquisa foi encontrado na literatura especializada procurando quantificar as necessidades hídricas desta cultura, entre - tanto, alguns autores afirmam que o chuchu é uma planta exigente em água necessitando irrigações frequentes durante os períodos de crescimento e de produção (4, 7 e 9).

No Brasil a maioria dos produtores desta olerícola utilizam o método de irrigação por aspersão para suprir as suas exigências em água. Devido as características de condução desta cultura em caramanchão (parreira, latada) com moirões ou estacas de sustentação localizados próximos uns aos outros torna-se quase impraticável operar um sistema móvel de irrigação por aspersão razão pela qual se utiliza na maioria das vezes um sistema fixo. A irrigação por sulcos é utilizada em menor escala.

A irrigação por gotejamento é um método de aplicação de água de elevada eficiência que permite manter o solo a baixas tensões de umidade. Diferentes culturas irrigadas por este método (6) mostraram um desenvolvimento do sistema radicular em apenas 50% do seu tamanho normal, assim mesmo, permitindo a planta produzir quase 100% da produção obtida por práticas tradicionais.

Devido ao fato da irrigação por gotejamento (sistema fixo) utilizar linhas principal e lateral de pequenos diâmetros, trabalhar com pressões de serviço mais baixas, utilizar pequenas vazões e gastar menos água por unidade de área, o seu custo de implantação, poderá ser tão ou mais conveniente que

o da irrigação por aspersão fixa utilizada na cultura do chuchu.

Por outro lado, na região dos cerrados, os cultivos de pepino e de tomate estaqueado, também, apresentam potencial para o uso da irrigação por gotejamento. O plantio de pepino em geral, é feito após o plantio de tomate, em rotação. Entretanto, o tomateiro é cultivado praticamente em áreas novas ou recém desmatadas em razão do ataque intenso de pragas e doenças, sendo por isto considerado um cultivo nômade. Caso se escolha a opção de irrigar por gotejamento estas culturas e não forem realizadas práticas de controle ou mesmo de diminuição da incidência destas pragas e doenças, o sistema de irrigação deverá ser dimensionado e instalado de forma a prever mudanças de área, o que em alguns casos poderá ser impraticável. Diante da possibilidade da aplicação de produtos químicos através do sistema de gotejamento, o controle de infestação de nematóides feita através de nematicidas aplicados na água, será de grande interesse para que se possibilite um maior número de cultivos destas olerícolas em um mesmo local.

Este trabalho apresenta os resultados de dois ensaios que tiveram por objetivo: 1º ensaio - verificar o efeito dos métodos de irrigação por gotejamento, sulcos e aspersão sobre a produtividade e o desenvolvimento do sistema radicular do chuchu e 2º ensaio - verificar o efeito de alguns produtos químicos aplicados através do sistema de irrigação por gotejamento sobre o controle de nematóides.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram realizados, um com a cultura do chuchu e outro com a cultura do pepino. As condições ecológicas onde foram feitas as observações são as seguintes: latitude de 15º 56' 00"S, longitude de 48º 08' 26"W, altitude de 977m, clima subtropical, temperatura média anual de 21,8ºC precipitação média anual de 1438 mm e solo latossol vermelho escuro. Na cultura do chuchu o solo apresentou: pH 5,7, fósforo 3 ppm, alumínio 0,2 me/100ml, cálcio + magnésio 4,2 me/100ml e potássio 66 ppm. Na cultura do pepino o solo apresentou: pH 5,7, fósforo 49 ppm, alumínio 0,1 me/100ml, cálcio + magnésio 3,9 me/100ml e potássio 176 ppm.

1. Experimento com a cultura do chuchu - O preparo do solo constou de aração e

calagem a profundidade de 20 cm e de gradagem. A calagem foi feita com calca reo dolomítico na base de 2 t/ha. Foram abertas covas com dimensões de 0,60 x 0,60 x 0,50 m e feita uma adubação no seu interior com cerca de 15 kg de esterco de gado curtido e seco ao ar e 0,5 kg de adubo 4-14-8 elaborado a partir de nitrocalcio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos constaram de três métodos de irrigação a saber: aspersão, sulcos e gotejamento.

A cultura foi instalada em 15/12/78 com espaçamento de 4,0 x 3,0 m empregando-se mudas obtidas a partir de frutos maduros e sadios. Foi conduzida em caramanchão com altura média de 1,80 metros, construído sobre moirões de madeira fincados no solo e interligados por fio de arame liso, nº 16.

A figura 1 fornece o esquema de campo com os tratamentos e dá detalhes de como foram instalados os sistemas de irrigação nas parcelas. Desde a instalação da cultura as irrigações foram feitas diariamente tomando-se a evaporação de um tanque classe A para o cálculo da lâmina de irrigação a ser aplicada. A partir de 31/07/79 (20^a colheita) as irrigações foram feitas com turno de rega de 2 dias. O volume de água a ser aplicado por planta foi calculado com base na equação $V = E_v \times f \times S \times K \times E_a^{-1}$, onde: V = volume de água em litros a ser aplicado por planta por dia, E_v = evaporação em mm/dia de um tanque classe A instalado sobre solo nú, f = fator de consumo, S = área por planta em m², K = fator de cobertura e E_a = eficiência de aplicação.

Para todos os métodos de irrigação considerou-se f = 0,7 e K = 0,3. Para os métodos de irrigação por gotejamento, por sulco e por aspersão considerou-se $E_a = 0,85$, $E_a = 0,9$ e $E_a = 0,5$, respectivamente.

A irrigação por aspersão foi feita utilizando-se um aspersor ZED-30 com diâmetros de bocal de 4,5 x 5,5 mm instalado sobre um tubo de elevação de 2 m de altura operando a pressão média de serviço de 2 kgf/cm², liberando uma vazão de 2,71 m³/hora e localizado no centro da parcela. Dentro dos oito blocos as parcelas de aspersão ficaram separadas das demais por uma faixa de 8 metros de largura para se evitar a influência do raio de molhamento do aspersor sobre a parcela vizinha.

A irrigação por gotejamento foi feita empregando-se linhas laterais com diâmetro de 1/2" sobre as quais inseriu-se gotejadores (microtubo).

Utilizou-se microtubo com 1,55 m de comprimento e 1,3 mm de diâmetro interno cujas saídas, em número de duas, foram instaladas a cerca de 30 cm da planta liberando uma vazão de 9,7 l/hora a uma pressão de serviço de 1,0 kgf/cm².

A irrigação por sulcos foi feita através de um sulco fechado com largura de 20 a 25 cm e profundidade média de 10 cm, descrevendo um círculo ao redor de cada planta. Utilizou-se um sulco para cada duas plantas. A água foi admitida no sulco através de um tubo de 1/2" de polietileno em cuja extremidade instalou-se um dispositivo controlador de vazão regulado convenientemente para liberar vazões de 0,1 l/s.

Devido ao entrelaçamento das ramagens na latada tornou-se impraticável a distinção de plantas úteis e bordadura. Deste modo as colheitas semanais foram feitas considerando-se a produção de todas as plantas da parcela. Os frutos foram classificados em comerciais e não comerciais. Considerou-se como não comerciais os frutos deformados, os danificados por insetos e os de desenvolvimento incompleto.

Após a última colheita em 14/10/79 foram feitas observações do desenvolvimento do sistema radicular. Delimitou-se uma área de 16m² (4,0x4,0m) em cuja posição central estava situada a planta. Externamente a esta área e nos lados do quadrado foram abertas trincheiras com cerca de 30 cm de largura e 30 cm de profundidade. Procedeu-se então a lavagem do solo com água esguichada sobre o mesmo de modo a expor as raízes e a conduzir as partículas de solo para as trincheiras e posteriormente para fora da área. Desta forma o sistema radicular foi exposto até a profundidade de 20 a 25 cm não sendo necessário ir mais além devido a constatação local de poucas raízes abaixo desta profundidade.

Devido a morosidade na execução desta metodologia de análise do sistema radicular, para quantificar o seu desenvolvimento foram observadas somente 18 plantas, ou seja, uma planta em cada parcela e em apenas 6 blocos. Verificou-se o número total de raízes emitidas pela planta a partir de sua haste e o peso seco (estufa a 105°C durante 24 horas) de todo o sistema radicular exposto com a lavagem do solo e localizado dentro de uma área de um metro quadrado (1,0 x 1,0 m) tendo a planta ao centro.

2. Experimento com a cultura do pepino - O preparo do solo constou de aração e

RESULTADOS E DISCUSSÃO

gradagem. A adubação de plantio constou de 200 g de adubo 4-16-8 por planta. Foi aplicado na água de irrigação parceladamente 10 g de nitrato de amônio por

planta. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos constaram da aplicação de produtos químicos na água de irrigação e em pulverização visando o controle de nemat

atóides e foram os seguintes:

- 1 - 0,7 l/ha de carbofuran na água de irrigação.
- 2 - 0,35 l/ha de carbofuran na água de irrigação
- 3 - 0,5 kg/ha de methomyl na água de irrigação
- 4 - 1,0 l/ha de carbofuran diluídos em 500 l de água, em pulverização
- 5 - 0,25 kg/ha de methomyl na água de irrigação.
- 6 - Testemunha

As doses referidas nos tratamentos foram aplicadas em duas vezes, ou seja, aos 10 e 20 dias após o transplante.

A irrigação foi feita por gotejamento utilizando gotejadores "Irriga" com quatro saídas (uma por planta), que liberam uma vazão nominal de 13 l/ha a uma pressão de serviço de 1 m.c.a. O cálculo do volume de água foi feito assumindo-se $f = 0,7$, $k = 0,75$ e $E_{\text{at}} = 1$.

A cultura de pepino (cv. Aodal) foi instalada em parcelas com quarenta plantas (4,0 m x 5,0 m) e conduzida sobre estacas, em uma área anteriormente cultivada com o tomateiro (Glyopersicon esculentum), que estava severamente atacado pelo nematóide das galhas - M. incognita. As extracções de larvas infectantes de segundo estágio do solo, foram obtidas com auxílio do funil de Baekmann com modificações. A extração antes do plantio forneceu a população inicial (Pi) e a extração 70 dias após a segunda aplicação dos produtos químicos forneceu a população final (Pf).

Os ovos foram extraídos de fragmentos de raízes infectadas pelo contacto com o hipocórito de solo a 10 e 5%. As percentagens de infecção radiculares, foram obtidas através de uma escala de qualificação das raízes de plantas observadas, sendo que o número de graus da escala variou entre 0 e 4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Experimento com a cultura de chuchu

As produções médias de chuchu obtidas (Quadro 1) foram maiores quando foi utilizada a irrigação por aspersão, muito embora não tenha havido diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade quando se irrigou por sulcos. Isto pode ter ocorrido em virtude do maior desenvolvimento do sistema radicular proporcionado por estes dois métodos, (Quadro 2) criando condições a planta de absorver mais água e nutrientes num maior volume de solo. Outro aspecto a ser considerado é que a área e o volume de solo molhado diminuíram quando se irrigou por sulcos e por gotejamento. Entretanto, mais provavelmente, a maior produtividade da aspersão se deveu a interação destes dois fatores, ou seja, maior desenvolvimento do sistema radicular e maior área e volume de solo molhado.

As menores produtividades encontradas quando se irrigou por gotejamento decorreram, possivelmente, do desenvolvimento do sistema radicular ter sido 50% menor, em peso, em relação a aspersão (Quadro 2) e da menor área e volume de solo molhado. Provavelmente, se o número de saídas (gotejadores) por planta fosse aumentado de duas para quatro, melhores produções poderiam ser obtidas através deste método de irrigação, tendendo a se aproximar dos resultados obtidos para outras culturas (7).

O peso médio de frutos comerciais (Quadro 1) não foi analisado estatisticamente, entretanto, verificou-se que praticamente não houve diferenças acentuadas entre os três métodos de irrigação utilizados.

Pelos dados apresentados no quadro 2 observou-se que o método de irrigação influenciou no desenvolvimento do sistema radicular tanto em peso médio (seco a 105°C) como em número médio de raízes emitidas pelas hastes das plantas. Muito embora, tenha ocorrido elevadas precipitações pluviométricas durante os três primeiros meses (Figura 1) após a instalação da cultura parece que o período sem estas precipitações foi suficiente para contribuir na obtenção deste resultado. Ocorrendo tal comportamento do sistema radicular, possivelmente, as adubações de cobertura deverão ser feitas levando-se em conta o método de irrigação a ser utilizado, quer seja no modo de aplicação do adubo (sobre o solo, através da água de irrigação, etc) no local de aplicação do adu

bo (ao redor da planta, em toda a área plantada, etc) e na frequência de aplicação do adubo, de modo a melhorar o seu aproveitamento pela planta.

Com a metodologia empregada para avaliar o sistema radicular observou-se que este se desenvolveu lateralmente e se concentrou principalmente nos primeiros 25 cm de profundidade do solo independentemente do método de irrigação utilizada.

Observando as figuras 3 e 4, que apresentam as curvas de produção obtidas nos métodos de irrigação por gotejamento, sulcos e aspersão, verificou-se que em todos os tratamentos a maior produtividade para a variável número de frutos por hectare, ocorreu em 12.05, na 9ª colheita. Para a variável peso de frutos comerciais por hectare a maior produtividade ocorreu em 05.05 na 8ª colheita. Esta queda do peso médio por fruto pode ter acontecido em razão do aumento do número de frutos ter atingido um limite máximo no qual a planta não encontrou condições ambientais para proporcionar simultaneamente um aumento no peso dos mesmos. A ausência de chuvas na semana que antecede a 8ª colheita possivelmente está relacionada com este fato o que nos leva a considerar a hipótese de que a lâmina de irrigação aplicada diariamente estava aquém das necessidades da planta.

O fato das menores produções ocorrerem após um prolongado período de ausência de chuvas e desta mesma produção começar a aumentar a partir de 01.09, quando começou a chover novamente, vem reforçar a hipótese que a cultura não foi atendida plenamente em suas exigências hídricas.

2. Experimento com a cultura do pepino

As produções médias de pepino foram afetadas pelos tratamentos utilizados no controle de nematoides conforme pode ser observado no quadro 3. A testemunha e as aplicações de methomyl apresentaram menores produtividades em relação aos demais tratamentos. Maiores produtividades foram obtidas quando se aplicou carbofuran através do sistema de gotejamento. O fato da menor dose deste produto químico não ter diferido da maior implica que, possivelmente, se poderá reduzir a dose recomendada pelo fabricante, pela metade, sem que haja prejuízos na produção desta cultura.

O quadro 4 apresenta uma idéia do efeito dos diferentes tratamentos sobre os nematoides no solo. O índice de reprodução (Pf/Pi), que fornece

ce a relação entre o número de larvas de Meloidogyne incognita por 200 g de solo existentes antes e após a instalação da cultura, foi menor quando se aplicou carbofuran na água de irrigação, indicando que este produto químico parece exercer um certo controle sobre a proliferação dos nematóides, sem entretanto, eliminá-lo do solo. Os demais tratamentos comportaram-se, estatisticamente, iguais, muito embora tenha se observado o maior índice de reprodução na testemunha.

O número de ovos por grama de raiz não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, entretanto, observou-se menores valores nos tratamentos em que se utilizou carbofuran e maiores valores na testemunha.

A percentagem de infecção radicular também, apresentou a mesma tendência das demais variáveis ficando os tratamentos com carbofuran via água de irrigação e a testemunha com os menor e maior valores, respectivamente. Provavelmente, o efeito do carbofuran sobre o controle da população de nematóides do solo foi o responsável pela menor percentagem de infecção radicular.

Devido ao fato da menor dosagem de carbofuran não ter diferido significativamente da maior dosagem para as variáveis envolvendo o controle de Meloidogyne incognita e produtividade da cultura, pode-se inferir que é possível ser aplicada esta dose do produto, através do sistema de gotejamento com resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. COOK, O.F. The chayote: A tropical vegetable. Washington, U.S. Department of Agriculture. 1901, 31p.
02. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - UEPAE de Brasília. Relatório Técnico Anual. Brasília, 1980. (A ser publicado).
03. FLICK, J.G.; BURNETTE, F.S.; AUNG, L.H.; ORY, R.L. & ANGELO, A.J. St. Chemical composition and biochemical properties of mirlitons (Sechium edule) an purple, green and white eggplants (Solanum melongena). Agric. & Food Chem., 26(5):1000-5, 1978.
04. Growing chokos in the home garden. Queensl. Agric. J., 102(3):309-10, 1976.
05. GRUBBEN, G.J.H. Tropical vegetable and their genetic resources, Rome, International Board for Plant Genetic Resources, 1977. 197p.
06. GOLDBERG, D.; GORNAT, B. & RIMON, D. Drip irrigation: Principles, design and agricultural practices. Israel, Drip Irrigation Scientific Publication, 1976. 296p.
07. LIMA, V.C. Cultura do chuchu. Recife, EMATER-PE, 1979. 6p. (Boletim Técnico, 15).
08. RAMALHO SOBRINHO, R.; VIEIRA, G.S. & PAULA, A.A. A Cultura do chuchu. (Sechium edule Swartz). Belo Horizonte, EMATER/DF, 1979. 20p.
09. SECRETARIA DE AGRICULTURA, INDÚSTRIA E COMÉRCIO DA BAHIA, Salvador. Chuchu zeiro gosta de água e não tolera calor. Salvador, Serviço de Divulgação, 1966. 3p.
10. TIEBOUT, G.L. The vegetable pear. Louisiana State University, 1941. 3p. (Agric. Mich. Coll. Extension Circular, 211).

QUADRO 1. Produções médias de chuchu obtidas usando três métodos de irrigação durante o período de 13 de março a 14 de outubro de 1979.

Tratamento	Nº frutos comerciais/ha	Peso frutos comerciais (kg/ha)	Nº frutos comerciais/ha	Peso frutos comerciais (kg/ha)	Nº frutos comerciais/ha	Peso frutos comerciais (kg/ha)	Nº total de frutos/ha	Peso total de frutos (kg/ha)	Peso médio de frutos comerciais (gramas)
ASPERSÃO	90.177 a	22.721 a	18.374 a	3391 a	108.550 a	26.122 a	252		
SULCOS	85.375 a	20.888 a	15.394 ab	2465 b	100.769 a	23.354 a	245		
GOTEJAMENTO	66.216 b	16.177 a	12.960 b	2033 b	79.177 b	18.210 b	244		
<u>Parâmetros estatísticos</u>									
F	6,51**	6,80**	3,43 N.S.	6,41**	6,08**	7,15**	-		
C.V (%)	17,4	18,4	26,6	29,5	18,1	18,8	-		

Nota: As médias com as mesmas letras não diferiram estatisticamente entre si empregando-se o teste de Duncan a 5% de probabilidade.

QUADRO 2. Peso médio (seco a 105°C) do sistema radicular compreendido em torno da planta de chuchu em uma área de 1m² a profundidade de 0 a 25 cm e Número médio de raízes emitidas pelas plantas a partir do seu caule em função de vários métodos de irrigação.

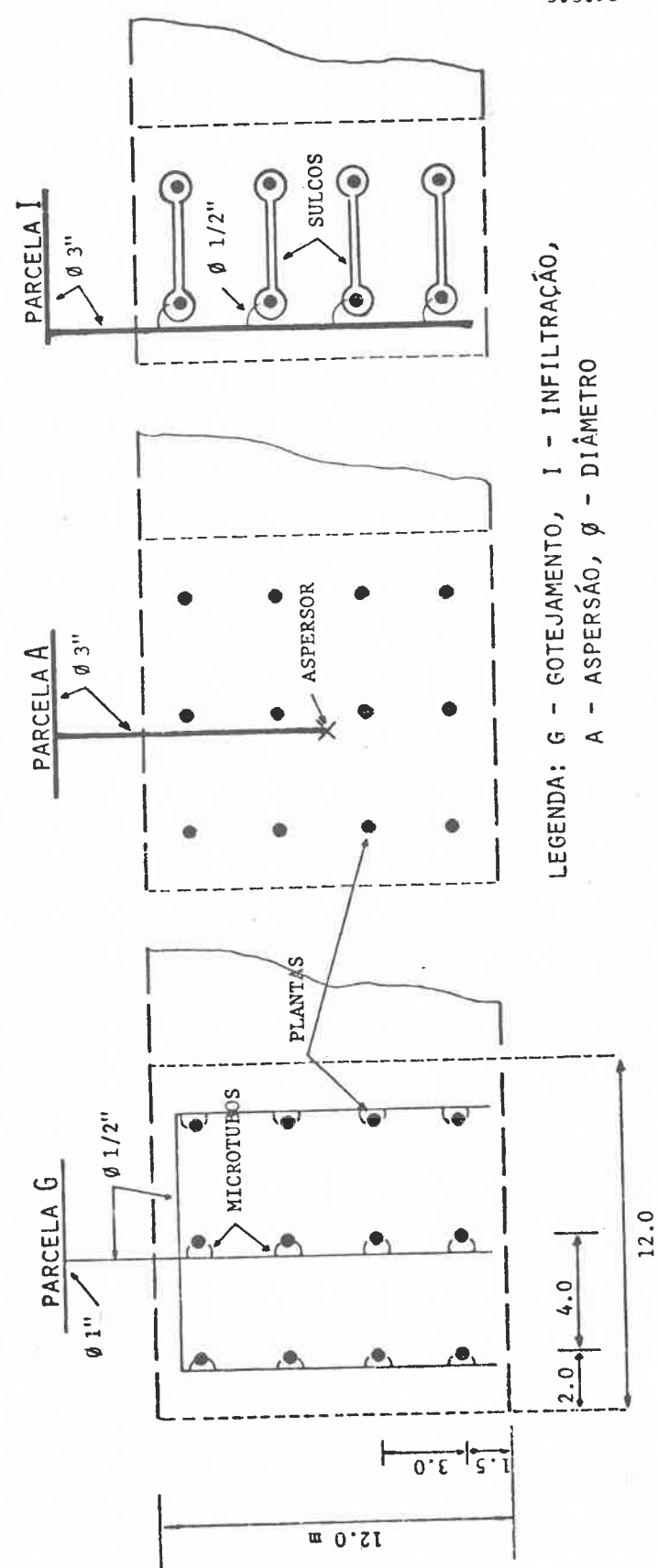
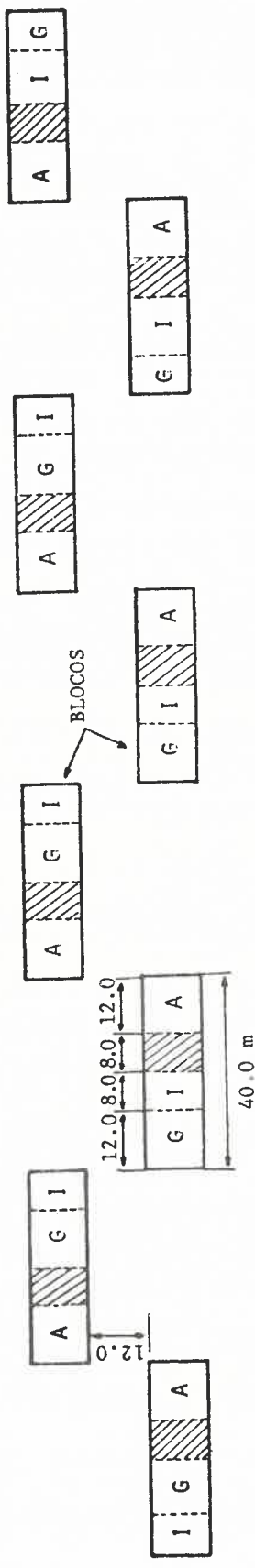
Tratamentos	Peso médio (g)	Nº médio
ASPERSÃO	112,5	22,6
SULCOS	99,5	22,6
GOTEJAMENTO	52,7	18,6

QUADRO 3. Produções médias de pepino obtidas nos diferentes tratamentos irrigados por gotejamento. As médias com mesma letra não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tratamentos	Nº de frutos por hectare	Peso de frutos (t/ha)	Peso médio (g / fruto)
1. 0,7 l/ha - carbofuran na água de irrigação	121400 a	47,5 a	391 a
2. 0,35 l/ha - carbofuran na água de irrigação	110750 ab	42,0 ab	377 a
3. 0,5 kg/ha - methomyl na água de irrigação	98750 bc	37,3 bc	376 a
4. 1,0 l/ha - carbofuran em pulverização	90600 bc	34,8 bc	385 a
5. 0,25 kg/ha - methomyl na água de irrigação	91100 bc	31,6 c	347 b
6. Testemunha	88750 c	34,2 bc	386 a
C.V. (%)	11,48	13,03	5,65

QUADRO 4. Índice de reprodução de Meloidogyne incognita obtida em plantas de pepi no 70 dias após a aplicação dos produtos químicos na água de irrigação por gotejamento.

Tratamento	Índice de reprodução do nematóide (Pf/Pi)	Nº de ovos por grama de raiz	% de infecção radicular
1. 0,7 l/ha - carbofuran na água de irrigação	5,1 a	161	25,3 a
2. 0,35 l/ha - carbofuran na água de irrigação	5,5 ab	166	33,3 ab
3. 0,5 kg/ha - methomyl na água de irrigação	6,1 ab	170	39,3 abc
4. 1,0 l/ha - carbofuran em pulverização	9,0 ab	182	42,6 c
5. 0,25 kg/ha - methomyl na água de irrigação	6,5 ab	269	44,7 c
6. Testemunha	16,3 b	330	41,3 bc
C.V. (%)	77,9	96,0	11,57



3.3.98

Fig. 1 Esquema de campo com dimensões de Blocos e parcelas e detalhes de instalação dos diferentes sistemas de irrigação.

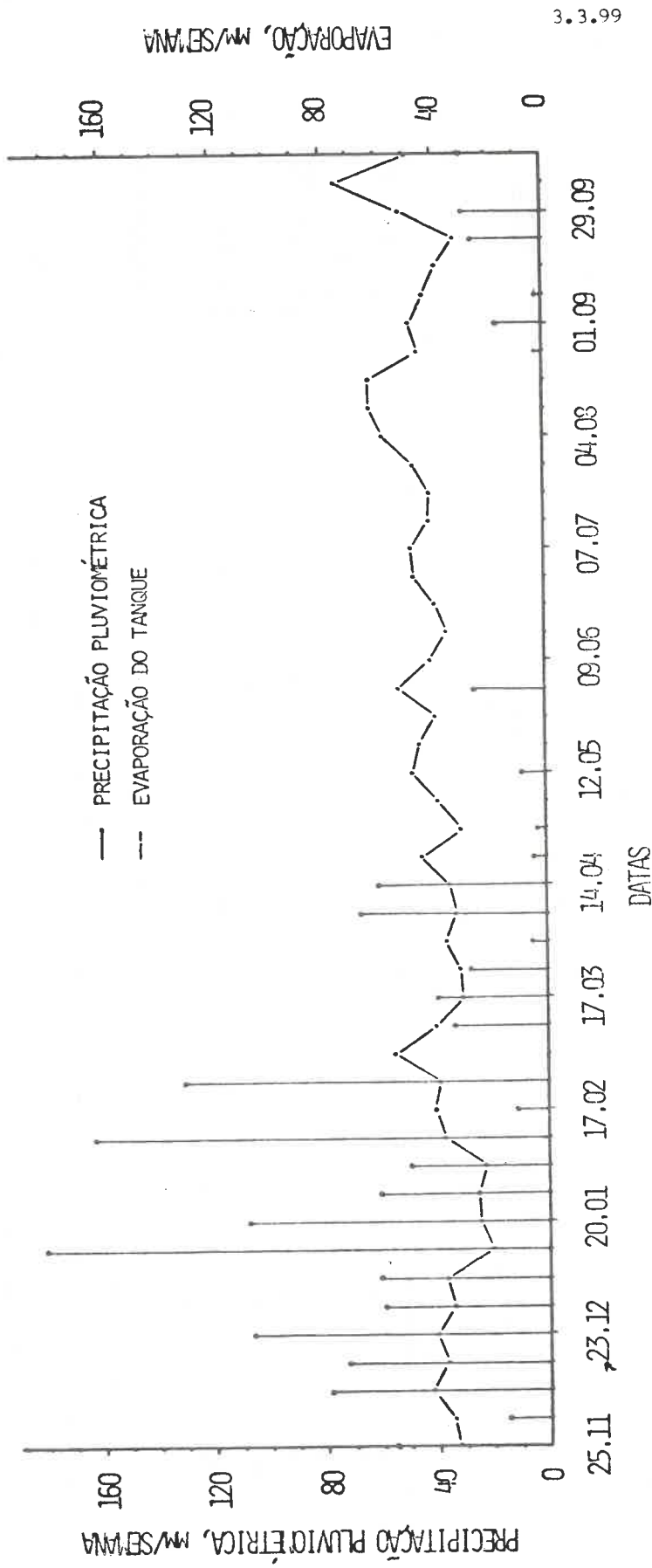


FIG. 2 - PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E EVAPORAÇÃO DO TANQUE (CLASSE A) ACUMULADAS A INTERVALOS DE UMA SEMANA DURANTE O PERÍODO DE 25.11.78 A 06.10.79.

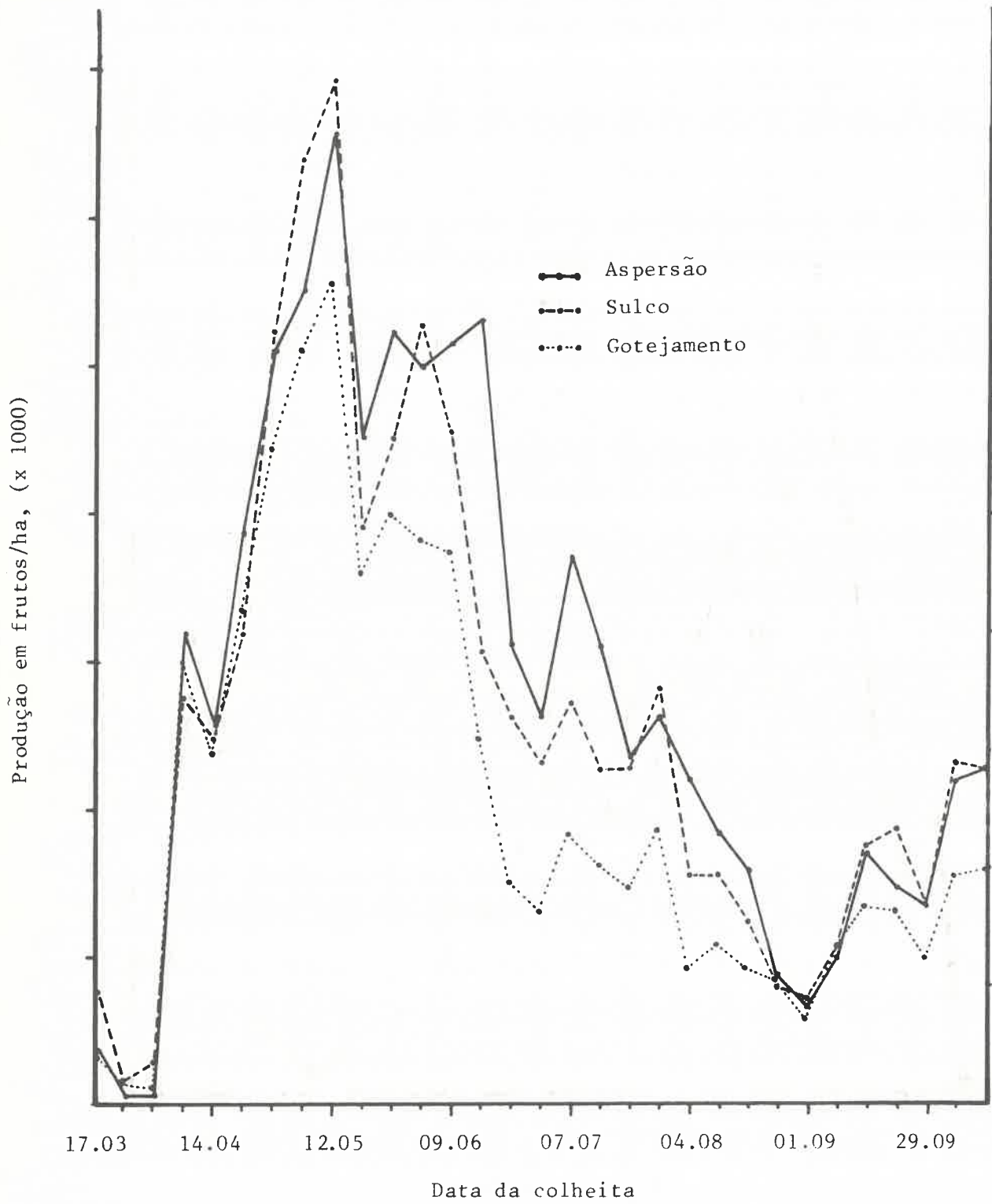


FIG. 3 - Produção semanal por hectare em número de frutos de chuchu irrigado por gotejamento, sulcos e aspersão, durante o ano de 1979.

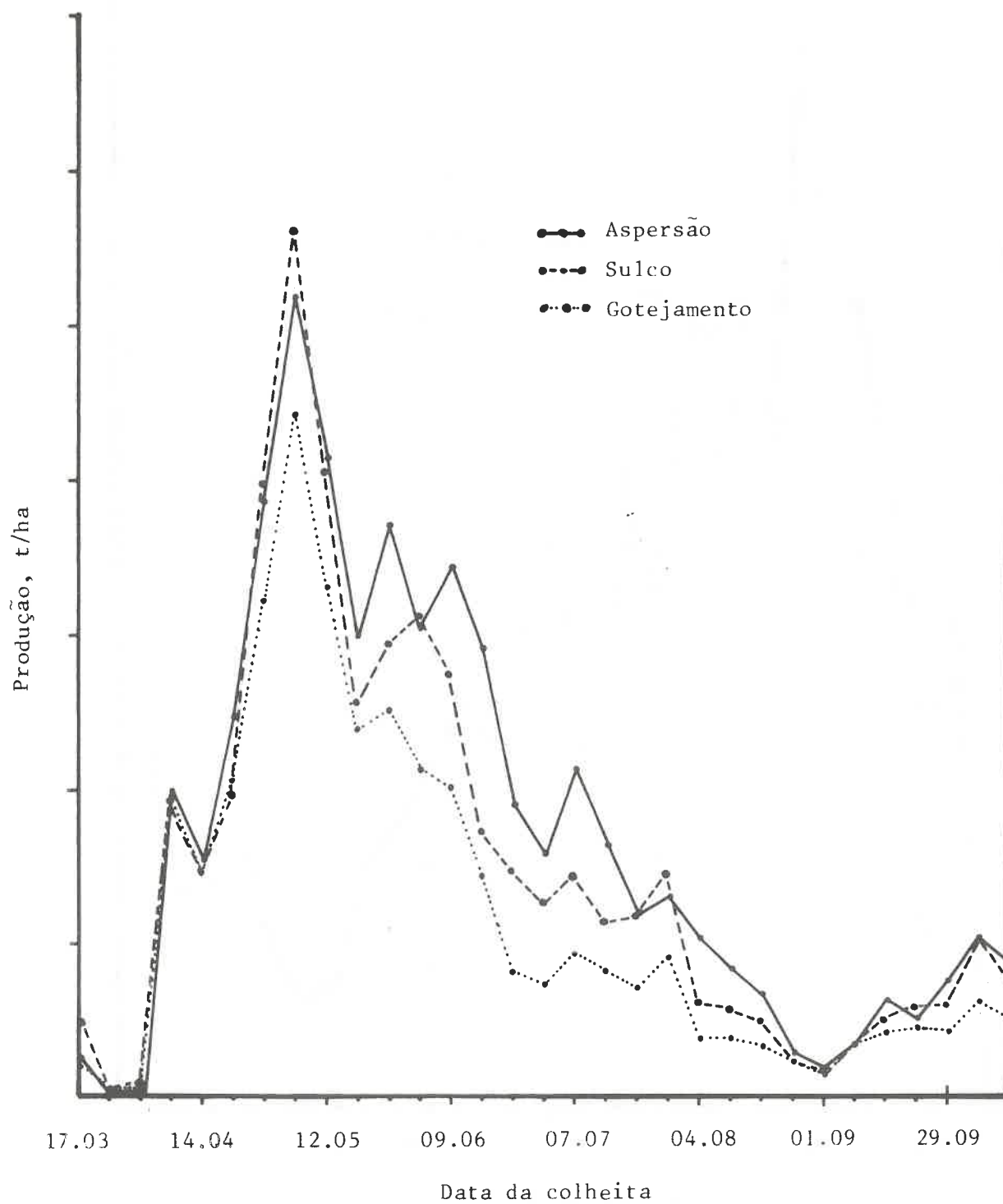


FIG. 4 - Produção semanal por hectare em peso de frutos de chuchu irrigado por gotejamento, sulcos e aspersão durante o ano de 1979.

IV SEMINARIO LATINOAMERICANO
RIEGO POR GOTEO
y
RIEGO LOCALIZADO

UNA EXPERIENCIA DE RIEGO LOCALIZADO MEDIANTE
LA UTILIZACION DE LAGUNAS EN LA PENINSULA DE
PARAGUANA. CASO DEL MIJO PERLA (Pennisetum
typhoides) Y MIJO PARAGUANERO (Sorghum vul
gare) SOMETIDOS A 3 FRECUENCIAS DE RIEGO

MAC. (Proyecto de Riego Falcón)
FUSAGRI (Falcón)
FUDECO (Falcón)

CONTENIDO

	Pags.
1.- INTRODUCCION	1
2.- ANTECEDENTES	1
3.- MATERIALES Y METODOS.....	5
4.- RESULTADOS Y DISCUSION	11
5.- CONCLUSIONES	15
6.- RECOMENDACIONES	16
7.- RESUMEN	16
8.- BIBLIOGRAFIA	19
9.- ANEXOS	24

1.- INTRODUCCION

El Estado Falcón por formar parte de las Regiones áridas y semiáridas de Venezuela presenta Zonas de grandes déficit hidricos, lo cual trajo como consecuencia la implementación de Programas de Aprovechamiento de las aguas de escorrentia mediante la construcción de lagunas destinandose en forma exclusiva al consumo humano y animal.

En vista de la existencia de una gran Población Caprina y Ovina, principalmente con problemas de alimentación, y a la relativa sub-utilización de las lagunas construidas; se vio la necesidad de acometer un programa que permitiera un uso integral de las lagunas construidas hasta la fecha.

De esta manera, se concibe el proyecto de establecer pastizales de bajo requerimiento de agua, adaptables a las condiciones agroecológicas de la zona. Se persigue principalmente subsanar los problemas mencionados anteriormente e incrementar la producción y productividad de leche y carne de la población animal predominante en el área. Para tal fin se escogió una laguna piloto con muy buenas características de almacenamiento de agua en el tiempo y en el espacio, además de su accesibilidad, alta población animal a beneficiar y terrenos adyacentes aptos para soportar una agricultura de riego.

Es de hacer notar que por ser una experiencia interinstitucional, se requirió un notable esfuerzo de coordinación, que puede convertirse en limitantes al ejecutar proyectos de esta naturaleza.

Los alcances y proyecciones de esta práctica de riego localizados, estaran supeditado a las acciones de los organismos de investigación, en estrecha conexión con los de desarrollo y la participación activa de la población beneficiada.

2.- ANTECEDENTES

El millo perla es una planta originaria del Africa, don-

de es usada ampliamente en la producción de granos para consumo humano; pero en otros países como E.U.A. India etc. tiene un marcado uso como plantas forrajeras. En Venezuela desde su introducción al país todos los trabajos efectuados han sido con miras a la explotación como planta forrajera principalmente. En lo que respecta al millo Paraguanero, pertenece al grupo de los sorgos, introducidos a Venezuela hace mucho tiempo adaptado a las condiciones ecológicas de la Península de Paraguaná, donde es cultivado tanto para la obtención de granos como para la producción de forrajes.

Puede decirse que el millo paraguanero es un sorgo de maduración temprana de 60 a 65 días después de la siembra para la obtención de semillas y 50 a 55 días para la cosecha como pasto de corte o pastoreo.

El sorgo se desarrolla bien en las zonas poco húmedas - tropicales y subtropicales, de lo cual ha dependido su difusión en las zonas con insuficiencia de agua, donde el maíz no se desarrollaría normalmente (15, 12, 21) ultimamente se ha encontrado que el millo perla es aún más resistente a la sequía (2, 5, 8, 16, 20). Ambos cultivos se desarrollan bien en una amplia gama de suelos desde los arenosos hasta los arcillosos (5, 15, 16, 20, 21), bajo condiciones de pH también variables desde 5.5 hasta 8.5; no obstante trabajos específicos al respecto han demostrado que el millo perla da máximos rendimientos cuando el pH varía entre 5.8 y 6.5 (22). En cuanto a la concentración de sales y sodio se ha encontrado que el millo perla y su híbrido con el pasto elefante son medianamente tolerantes a los suelos salinosódicos y sodícos (9), sin embargo el sorgo es bastante tolerante a la salinidad (15).

Experimentos realizados con fines de manejo y uso de fertilizantes tanto para sorgo como para millo perla han demostrado que ambos cultivos responden en las zonas marginales en que son sembrados a la aplicación de abonos, especialmente N y P -

(1, 2, 4, 13, 15, 18). Para el millo perla la dosificación de N. no deberá superar los 100 Kg/Há. y para P y K los 65 Kg/Há. (14).

En relación a las necesidades de agua el sorgo y el millo perla son resistentes a la sequía y se comportan bien en las regiones con menos de 600 mm. de precipitación anual, condiciones de sub-humedad y semiáridas (8, 18, 20, 21). El consumo de agua acumulado encontrado en plantaciones de sorgo según el estado o etapa de desarrollo ha sido el siguiente:

Hasta 30 cm. de altura 100-125 mm. de lámina; prefloración ó formación de panícula (llenado de la bolsa) 225-250 mm. - de lámina; a la época de grano lechoso o blando 450-500 mm. y maduración de los granos 550-600 mm. de lámina. La metodología de riego en estos cultivos en el 80% de los casos es superficial por surcos, pero en realidad va a depender más del tipo de suelo condiciones climaticas, disponibilidad de agua y topografía del terreno, así como también la calidad del agua y la disponibilidad de mano de obra (17, 20, 21). En Cagua y Calabozo con 4 riegos se han obtenido rendimientos de 30 tn/Há. de mijo perla con una eficiencia del uso de agua de 24 Kg de M.V. por méτρο cúbico (16).

En relación a la siembra de sorgos y millos forrajeros se ha encontrado que rinden más si se efectúa en hileras, con distancia entre ellos que van de 20 a 50 cm. a chorro corrido para una población de 200.000 a 380.000 plantas/Há. (12, 17, 20), con los cuales el consumo de semilla en el caso del sorgo sería de 10 a 15 Kg/Há. y en el caso del millo perla de 5 a 8 Kg/Há. (12, 15, 16, 17, 18, 21).

Los ataques de plagas, malezas y enfermedades afectan notablemente la producción de estos cultivos especialmente si ocurren a tempranas edades y no se efectúan los controles pertinentes en cada caso. Para Venezuela se ha encontrado que las plagas más incidentes son: gusanos cortadores (Agrotis sp., Feltia -

sp.) gusanos cogolleros (Spodoptera frugiperda) y medidor de los pastos (Mocis repanda) (10, 15, 16, 18). En relación a las enfermedades se citan en el caso del sorgo: Pudrición carbonosa causada por el hongo (Macrophomina phaseoli) que atacan a los tallos y panículas, antracnosis causada por el hongo (Colletotrichum graminicolum), el cual daña hojas, tallos y panículas, la mancha purpura de la hojas por el hongo (Helminthosporium turcicum) y finalmente la roya causada por (Puccini purpurea) que infesta las hojas por ambas caras (15). En el caso del mijo perla se citan las siguientes enfermedades: Quemado de las hojas por (Curvularia sp.,) que se ha presentado en el Edo. Zulia región de Labyrintho (18) y la Punta Loca (Downy mildew) a la cual es muy susceptible (4, 5, 16).

En cuanto a la cosecha de forraje tanto para su conservación como para pastoreo y forraje verde de corte se ha encontrado una mejor calidad y aceptación por los animales, cuando se efectúa al estado de prefloración ó llenado de la bolsa particular, además deja a las plantas en capacidad de retoñar rápida y abundantemente (1, 2, 5, 8, 15 y 16). En tales condiciones se consigue un total de proteína cruda entre 7 y 8 por ciento para suelos pobres, pero cultivos en hileras en buen estado 13 y 14 por ciento en suelos buenos y fértiles para el caso del millo paraguano (17, 21) mientras que el mijo perla pueda alcanzar hasta 15 por ciento (5, 16). En cuanto a rendimiento se han conseguido valores de 18 a 35 ton/Há. de M.V. en un corte para el caso del mijo perla (5, 16) y en el sorgo 25 a 45 ton/Há. por corte (13, 17, 21). Es de hacer notar que los sorgos poseen sustancias venenosas como el ácido cianhídrico que se consigue abundantemente a edades muy tempranas del cultivo, lo cual le da ventajas al mijo perla puesto que no presenta tales inconvenientes (1, 2, 5, 13, 15, 16, 18, 21).

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del Ensayo.

El área objeto del ensayo esta ubicado a unos 25 metros aledaños a la Laguna de Guayacanal, Municipio Jadacaquiva, Distrito Falcón. Península de Paraganá, Edo. Falcón. Con una situación geográfica de 70° a 55° de longitud Oeste, $11^{\circ} 51'$ de latitud norte y 40 metros sobre el nivel del mar.

3.2. Suelos.

La unidad en la cual se implantó el ensayo pertenece taxonomicamente al grupo de los "Vertic Camborthids", arcilloso fino, mixto Isohipertermica, con un área estudiada que abarcó dos hectáreas. De acuerdo a su capacidad de uso se clasifica como VI, subclase VI cs y de acuerdo a la clasificación con fines de riego, entra en la clase 4, subclase 4 ps. La topografía del área es plana, con pendientes del 0.5%. Drenaje externo medianamente lento y drenaje interno lento.

Otras características importantes a tomar en cuenta en estos suelos son las físicas como: Capacidad de Campo (c.c.) la cual alcanza un valor de 24.5%, el punto de marchitez permanente con un valor de 14,14%; la densidad aparente asciende a 1,47 gr/cm³ y la infiltración moderadamente lenta con un valor de 0.79 cm/h. Es de notar que estos suelos son alcalinos, salinos y con un alto contenido de sodio por debajo de los 50 cm de profundidad, lo cual le da características de ser potencialmente salinosódicos; puesto que la conductividad es 6,55 mm hos/

cm y el porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I.) es de 16.6%.

El clima predominante en la zona, corresponde al arido, conocido según Holdridge como Monte Espinoso Topical. Con una precipitación media anual de 378.8 mm. evaporación media anual de 2.843 mm. temperatura media anual 28° C; con 8 meses secos y 4 meses relativamente húmedos.

3.3. Diseño Experimental.

De acuerdo a los objetivos propuestos, el diseño experimental usado fue el de bloques al azar, con un arreglo factorial en parcelas divididas. Representado por cuatro replicaciones, cuatro parcelas principales por replicación y dos parcelas secundarias por cada parcela principal.

Esquemas del Análisis de la Varianza.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Repeticiones	3
Frecuencia de Riego	3
Error Experimental a	9
Tipo de Pasto	1
Interacción Tipo de Pasto por Frecuencia de Riego	3
Error Experimental b	12
Total	31

3.4. Tratamientos.

Los tratamientos fueron en total ocho, resulta

do de la combinación de cuatro frecuencias de riego y dos tipos de pastos, los cuales se especifican a continuación:

Frecuencia de Riego:

F₀ = Sin aplicación de riego

F₁ = Riego cada ocho días

F₂ = Riego cada doce días

F₃ = Riego cada diez y seis días

Tipo de Pastos.

V₀ = Millo Paraguanero (Sorghum vulgare)

V₁ = Millo Perla (Pennisetum typhoides)

Las combinaciones posibles fueron en total ocho:

- 1.- F₀ V₀
- 2.- F₀ V₁
- 3.- F₁ V₀
- 4.- F₁ V₁
- 5.- F₂ V₀
- 6.- F₂ V₁
- 7.- F₃ V₀
- 8.- F₃ V₁

3.5. Preparación de Tierras y Distribución del Área del Ensayo.

Se ejecutó una micronivelación del terreno a los fines de permitir una mejor distribución de las aguas de riego, la cuál se realizó simultáneamente cuando se ejecutaron los trabajos de construcción de acequias y drenajes.

En la preparación del terreno para la siembra se dieron 3 pases de rastra cruzada y como activi--

dad final se procedió a la construcción de las bordas de las melgas, los culaes se hicieron con 15 cms. de altura.

Estas melgas tienen un dimensionamiento en metros 29,70 x 21, es decir una micromelga, la cual se ejecutó de esta manera a los fines de distribuir mejor el agua, en virtud de lo reducido del caudal a aplicar y para disminuir las perdidas de agua por percolación.

El área experimental se distribuyó de la siguiente forma:

Area de subparcelas	9.979,20 M ²
Area de parcelas principales	10.454,40 M ²
Area del Bloque o Replicación	11.880,00 M ²
Drenajes, Acequias y Calles	3.216,80 M ²
Area Total del Ensayo.	13.196,00 M ²
Area Efectiva	9.979,20 M ²

3.6. Siembra:

La densidad utilizada en el ensayo, fué de 8 Kg. de semilla/Há. en el caso del mijo perla y de 12 Kg. de semilla/Há. en el millo Paraguano.

Se sembró a chorro corrido, con una distancia entre hilera de 50 cm. En la siembra del material se utilizó una sembradora manual Plane-Junior efectuándose la misma el 18-03-80.

La población esperada de acuerdo a la cantidad de semilla y método de siembra usado es de 200.000 plantas por Hectárea.

3.7. Control de Malezas:

No fue necesario en virtud de no presentarse ninguna invasión de malezas.

3.8. Fertilización:

El fertilizante usado fue úrea agrícola (46% de N), en una sola aplicación en dosis de 192 Kgs. por hectárea, dados los contenidos bajos de materia orgánica, y adecuados del fósforo y potasio, según los análisis de suelos realizados.

3.9. Control de Plagas y Enfermedades.

Se presentaron ataques del "gusano Cogollero" - (*Spodoptera frugiperda*) y del "áfido verde del sorgo" (*Rhopalosiphum maidis*), mostrando una mayor susceptibilidad el millo paraguano. Para su control se usó cebicid en dosis de 1 Kgs. en 200 lts. de agua por Há aplicado con asperjadora de espalda.

en cuanto a enfermedades se observaron ataques de Antracnosis (*Colletotrichum graminicolum*) con una mayor intensidad en el millo paraguano, pero no fue necesario aplicar medidas de control o combate.

3.10. Riego.

De acuerdo a las recomendaciones del estudio de suelos (Edafotecnico), se aplicó una lámina neta de riego de 2,4 cms. lo cual nos permitirá además de satisfacer las necesidades del cultivo, cumplir con los requerimientos de lixiviación a los fines de mantener un RAS por debajo de 5.

La lámina de riego no se aplicó de acuerdo a la

frecuencia recomendada en el estudio edafotécnico, sino que se adoptaron otras tratando de simular las condiciones de secano que imperan en la región, de ahí las altas frecuencias utilizadas en el ensayo - (8, 12 y 16 días) tomando en cuenta además que los - cultivos son altamente tolerantes a déficit de humedad en el suelo.

La fuente de agua para riego lo constituye una laguna construida para abrevadero de ganado, con - capacidad aproximada de 25.000 M³, de donde el agua era extraída mediante una motobomba y conducida a - las acequias de cabeceras a través de una tubería - de polietileno de alta densidad.

Los volúmenes extraídos por cada tratamiento - fueron los siguientes:

F1 (8 días) = 487,99 M ³	% Extracción = 2%
F2 (12 días) = 278,48 M ³	% Extracción = 1,1%
F3 (16 días) = 278,84 M ³	% Extracción = 1,1%.

3.11. Cosecha.

El criterio para el corte fue el de realizarlo en época de prefloración cuando la emergencia de la panícula, (aproximadamente 10 cm) no fuese mayor - del 25% en la parcela.

En el caso del mijo perla ocurrió a los 42 - días de edad después de la siembra y en el millo pa_{ra}guanero a los 56 días, efectuándose el corte en - forma manual y secándose al sol el pasto cortado. Finalmente se tomaron muestras para los análisis - bromatológicos correspondientes.

3.12. Historia del sitio del ensayo.

El terreno del ensayo, por primera vez se dedicaba a actividades agrícolas, y de experimentación. Originalmente estaba cubierto por la vegetación natural de la zona, tipificadas dentro del ecosistema espinar, caracterizado por déficit hídricos formado por cactaceas y arbustos espinosos. Entre los arbustos encontramos "Cujies" (Prosopis juliflora), yabo (Cercidium praecox Harms); "Olivo" (Caparis spp), - "Taqué" (Geoffroya superba Humb. y Bonpl.) Las Cactaceas (Opuntia spp) eran de porte bajo, y formaban manchas densas.

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro N° 1 se hace referencia a las poblaciones - promedios de plantas sometidas a pruebas por tratamiento. El análisis estadístico para la variable considerada, no arrojó diferencias significativas entre los tratamientos (frecuencias de riego, tipo de pasto y su interacción). La población inicial fue de 200.000 plantas/Há y el promedio general obtenido fue de 150.000, lo cual corresponde a un 75% de la población inicial.

El análisis de varianza para altura de plantas dió diferencias significativas para el efecto de tipo de pasto, lo cual es el resultado de la respuesta a la diferencia genética entre las especies. En relación al efecto de la frecuencia de riego no hubo diferencias significativas, es decir, que los riegos cada 8, 12, y 16 días tienen los mismos efectos sobre la altura alcanzada por los pastos según se presenta en las mediciones respectivas en el Cuadro N° 2.

En cuanto a la producción obtenida esta se midió en materia verde. Los cuadros N^{os}. 1, 2, y 3 muestran en resumen los valores promedios. El análisis de varianza refleja diferencias altamente significativas para el tratamiento tipo de pastos en el cual resultó el mijo paraguano con un rendimiento promedio de 26.673 Kg/Há. y el mijo perla obtuvo 20.372 Kg/Há.

Para los efectos de frecuencia de riego no se refleja diferencias significativas, lo cual vale decir que los riegos cada 8, 12 y 16 días tienen el mismo comportamiento sobre el rendimiento.

Cuadro N^o 1. Resumen de las diferentes mediciones efectuadas en el ensayo por tratamiento.

	POBLACION PLANT/Há.	ALTURA EN CM	RENDIMIENTO Kg/Há.	MATERIA SECA TOTAL %	PROTEINA CRUDA %
	\bar{X}	\bar{X}	M.V.		
F1 Vo	151.250	102.50	28.811	91.8	9.9
F1 V1	147.500	107.50	19.384	91.3	8.9
F2 Vo	128.750	76.25	28.603	91.7	11.3
F2 V1	161.250	95.00	23.007	91.2	10.7
F3 Vo	162.500	68.75	22.606	91.7	10.3
F3 V1	147.500	94.00	18.726	91.9	10.8
\bar{X}	149.792	90.63	23.523	91.6	10.3

Cuadro N^o 2. Resumen de las mediciones efectuadas en el ensayo para tratamiento frecuencia de Riego

	POBLACION PLANT./Há	ALTURA CM	RED. (P. VERDE) Kgs/Há	MATERIA SECA TOTAL %	PROTEINA CRUDA %
F1	149.375	105	24.097	91.5	9.4
F2	145.000	86	28.805	91.5	11.0
F3	155.000	81	20.666	91.8	10.9

Cuadro N^o 3. Resumen de las mediciones efectuadas en el ensayo para tratamiento tipo de pasto.

	POBLACION PLANT./Há	ALTURA CM	RED. (P. VERDE) Kgs/Há	MATERIA SECA TOTAL %	PROTEINA CRUDA %
V ₀	147.500	82.5	26.673	91.7	10.5
V ₁	152.083	98.8	20.372 **	91.5	10.1

** m.d.s. para rendimiento = 2.203 Kgs./Há.

El análisis de varianza de los resultados bromatológicos, expresados en materia seca (%) Proteína Cruda (5) no arrojó diferencias significativas para los diferentes tratamientos y sus interacciones.

No obstante, como se observa los porcentajes de proteína cruda alcanzan valores promedios de 10.5% para el millo paraguano y de 10.1% para el millo perla.

De las observaciones hechas durante el desarrollo del cultivo se pudo notar que la germinación del mijo perla ocurrió a los dos días después de la siembra y en el mijo paraguano a los 4 días, igualmente se observó que a los 42 días de edad el mijo perla se encontraba en prefloración lista para la cosecha mientras que en el mijo paraguano esto ocurría a los 56 días de edad después de la siembra.

El testigo que correspondió a la no aplicación de agua germinó en los bloques 1, 2 y 3 y se mantuvo con altura promedio de 32 cms. en el mijo perla y 50 cms. en el mijo paraguano. En el bloque N° 4, no hubo germinación de ningún pasto. Por lo cual para los fines de análisis estadístico de los resultados, este tratamiento fue eliminado debido a su comportamiento.

En relación al aprovechamiento de las lagunas se observó que el consumo de agua acumulado para el desarrollo de los cultivos en el ensayo fue del 4.2% en volumen en relación a la capacidad total de la laguna. Las láminas de riego aplicadas para los tratamientos de 8, 12 y 16 días fueron de 17.01 cms. 9.72 cms. y 9.72 cms. respectivamente. La eficiencia en el uso del agua se presenta en el cuadro N° 4.

Cuadro N° 4. Eficiencia en el uso del agua por los pastos mijo - perla y millo paraguano (en Kg M.V. por M³ de agua)

TRATAMIENTO	V ₀	V ₁	TOTAL	\bar{X}
F1	8.58	5.77	14.35	7.18
F2	14.90	11.98	26.88	13.44
F3	11.77	9.75	21.52	10.76
Total	35.25	27.50	62.75	
\bar{X}	11.75	9.17		10.46

5.- CONCLUSIONES

- El uso de las micromelgas como técnica de riego localizado demostró sus bondades al cubrir los requerimientos de agua de los cultivos ensayados.
- No hubo diferencias en las respuestas del cultivo a las frecuencias de riego probadas.
- Bajo condiciones similares a la del ensayo y equivalentes capacidades de almacenamiento de las lagunas, es posible regar un área aproximadamente de cinco (5) Hectáreas durante 60 días.
- El mijo perla resultó ser más precoz que el mijo paraguano para edad de corte y germinación.
- El mijo paraguano presentó significativamente mayores rendimientos.

- Dotaciones de Riego muy frecuentes resultan ser de menor eficiencia en el uso de agua por los cultivos probados.

6.- RECOMENDACIONES:

- .- En la utilización de las lagunas como fuente de agua para riego y de acuerdo con su capacidad es recomendable el uso de las micromelgas como método de riego para un mejor aprovechamiento y economía del agua.
- .- En Zonas agroecológicas similares a la del sitio de ensayo es recomendable la explotación del millo perla como forraje debido a su precocidad y rendimiento.
- .- Se recomienda para la Península de Paraguaná bajo condiciones similares de suelos regar estos pastos cada 16 días.
- .- Es posible ampliar la información sobre frecuencias de riego con ensayos que utilicen intervalos de riego mayores.
- .- Se recomienda probar otros pastos para, evaluar la potencialidad de su uso en la región.
- .- Es recomendable la evaluación de los forrajes a través de ensayos con animales.
- .- Como quiera que el área de trabajo comprende suelos salinos y salinosódicos ó potencialmente salinos y salinosódicos se recomienda en ensayos futuros llevar un seguimiento de los efectos del riego y fertilización sobre estas condiciones del suelo y los cultivos.

7.- RESUMEN:

Tomando en consideración la importancia que reviste para el Estado Falcón, el tener un alto porcentaje de su vasta extensión en condiciones de aridez y semiaridez, en base a lo cual se han desarrollado elementos para el aprovechamiento del agua de -

escorrentia de las escasas precipitaciones anuales que caen en esa áreas y debido a la alta población de caprinos y ovinos que pueblan las regiones beneficiadas con dichos aprovechamiento (Lagunas específicamente), se vio la necesidad de usar estas fuentes de agua en una forma más eficiente de manera que los ovinos y caprinos tuviesen posibilidad de ser mejor alimentados y así aumentar la producción y productividad de leche y carne.

En tal sentido se ideó montar un ensayo para la producción de forrajes, con bajo consumo de agua (Riego con Caudales mínimos) y a la vez probar la posibilidad de regar con aguas de las lagunas que tuviesen un buen comportamiento en cuanto a la conservación y almacenamiento del agua en el tiempo y el espacio, a la vez que estuviesen cercanas a suelos aptos para riego.

El ensayo fué montado en la Península de Paraguaná, representante prototipo de zona árida; adoptando un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial de parcelas divididas en el cual se probaron tres frecuencias de riego más un testigo (Sin Riego) y dos tipos de pastos altamente resistentes a la sequia y con una alta eficiencia en el uso del agua, con lo cual resultaron 8 tratamientos a probar.

Los resultados encontrados mostraron que no habian diferencias en producción cuando se aplicaba el riego con frecuencia de 8, 12 y 16 días, pero si cuando no se usaba el agua pues no se desarrollaban las plantas o no germinaban. El mijo perla resultó ser más precoz en cuanto a germinación y edad de corte frente al millo paraguano; mientras que este último fué más rendidor 26.673 Kg/Há. contra 20.372 Kg/Há. del mijo perla. Por otra parte se logro probar la posibilidad del uso de las lagunas para riego usando un método que ayuda notablemente al ahorro y utilización eficiente del agua, como lo es el de las micromelgas. Por lo tan-

to es recomendable su uso en la zona siempre que las condiciones de suelo, topográfica y agua lo permitan, igualmente es recomendable regar estos pastos bajo condiciones de paraguaná, con frecuencias de 16 días entre riegos.

Por otra parte es de hacer notar que estos trabajos deberan ampliarse hacia otros pastos, uso de animales, otras frecuencias y láminas de riego y fundamentalmente los efectos sobre las condiciones y propiedades de los suelos de la región, lo cual es un reto para los organismos encargados de la Investigación Nacional.

8.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- BENECHIO, S.; CAPO DE BLANCO, E. Y MORENO GUZMAN J. 1968. *Determinación de la mejor época de corte de millo criollo, para ser usado como pasto verde de corte y para ensilaje, en las dos principales épocas - del año.* AGRONOMIA TROPICAL, 18 (1): 151-163. MARACAY, EDO. ARAGUA. VENEZUELA.
- 2.- BOSCAN, O. D.- 1977. *Evaluación de tres nuevos cultivos en Venezuela.* FUNDACION SERVICIO PARA EL AGRICULTOR (FUSAGRI). CAGUA, EDO. ARAGUA. VENEZUELA. 6 P.
- 3.- CHICCO, GIUSEPPE; HERNAN GUEDEZ Y PEDRO SANCHEZ. 1963. *Empleo de varias triazinas en el control de malezas en millo forrajero y millo granero. Servicio -- SHELL para El Agricultor.* IV JORNADAS AGRONOMICAS BOCONO, EDO. TRUJILLO. VENEZUELA.
- 4.- DESHMUKH, S. S.; C.D. MAYEE and B.S. KULKARNI; 1978. *Reduction of "Downny Mildew" of pearl millet with Fertilizer management. (Marathwada Agric. Univ. Parbhani 431401 Maharashtra, INDIA).* PHYTOPATHOLOGY, 68 (9): 1350-1353. (EN BIOLOGICAL ABSTRACTS 67 (5): 3012. Ref. Nº 30535. MARCH 1 1979).
- 5.- FUNDACION SERVICIO PARA EL AGRICULTOR.- 1978. *Cultivo del Mijo Perla.* NOTICIAS AGRICOLAS, 8 (20): 77-78. CAGUA, EDO. ARAGUA. VENEZUELA.
- 6.- GALLARDO, AUGUSTO Y CLAUDIO GADO.- 1980. *Los Pastizales de las Zonas desérticas de la America Latina y su - contribución a la producción de ganado caprino. - Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias - (FONAIAP), Centro de Investigaciones Agropecuarias*

Región Centro Occidental (CIARCO); Estación Experimental EL CUJI, BARQUISIMETO, EDO. LARA.
CIARCO. ARAURE, EDO. PORTUGUESA. VENEZUELA.

- 7.- GARCIA O; J. CASTILLO Y C. GADO.- 1972. Situación actual de la ganadería caprina en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) Centro de Investigaciones Agropecuarias Región Centro Occidental (CIARCO). Estación Experimental EL CUJI, BARQUISIMETO, EDO. LARA. AGRONOMIA TROPICAL 22 (3): 239-250. CENIAP, MARACAY, EDO. ARAGUA. VENEZUELA.
- 8.- GREGORY, P. J. and G.R. SQUIRE: 1979. Irraigantió n effects on roots and shoots of pearl willet (Pennisetum typhoides). (Univ. Nottingham, Sch. Agrie., Sutton Bonington, Loughborough. LE 12 SRD.) Leicesters, ENGL., UK). EXP. AGRIC. 15 (2): 161-168. (En Biological Abstracts, 68 (8): 4527. Ref. Nº 45315. - 1980).
- 9.- KUMAR, A. and I. P. ARBOL.- 1979. Performance of five perennial forage Grasses as influenced by Gypsum - leveles in a highly sodic. soil . (Central Soil Salinity Research Inst., Karnal, Haryana, INDIA). INDIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES (INDIA). 49 (6): 473-477.
- 10.- LABRADOR, S., JOSE.- 1967. Estudio de Biología y Combate del Gusano Cogollero del Maíz. UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ) FACULTAD DE AGRONOMIA; DEPARTAMENTO FITOSANITARIO, SECCION ENTOMOLOGIA. MARACAIBO, EDO.

ZULIA. VENEZUELA.

- 11.- MARTINEZ, R., DOUGLAS.-1979. Estudio Especial de Suelos, Parcela Experimental Guayacanal, Edo. Falcón. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR).
- 12.- OCHOA, P., JOSE M. El problema del Agua en Falcón. Corporación de Desarrollo de la Región Centro Occidental (CORPOCCIDENTE). BARQUISIMETO, EDO. LARA. ED. SENDA AVILA, S.A. CARACAS, D.F. VENEZUELA.
- 13.- RODRIGUEZ, C., SANTIAGO.-1965. Efecto del abonamiento, - Distancia y Densidad de Siembra en el Rendimiento y contenido de proteína del millo criollo (Sorghum vulgare, Pers.). AGRONOMIA TROPICAL, 14 (4): 277-289. MARACAY, EDO. ARAGUA. VENEZUELA.
- 14.- RODRIGUEZ, C., SANTIAGO Y ORFILA MARQUEZ.-1975. Bibliografía Venezolana sobre pastos y forrajes. FONAIAP, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENAIAP). MARACAY, EDO. ARAGUA. VENEZUELA.
- 15.- RODRIGO SERRANO, JOSE M.-1968. El Cultivo del Sorgo. ED. VENEGRAFICA C.A. Caracas, D.F. VENEZUELA.
- 16.- SANCHEZ, RAFAEL Y PEDRO JUAN RODRIGUEZ.-1979. Factibilidad de Producción del Millo Perla en Venezuela.- Resumen de Actividades y Resultados Preliminares (1977-1979). FUNDACION SERVICIO PARA EL AGRICULTOR (FUSAGRI). Estación Experimental de Cagua. - CAGUA, EDO. ARAGUA. VENEZUELA.

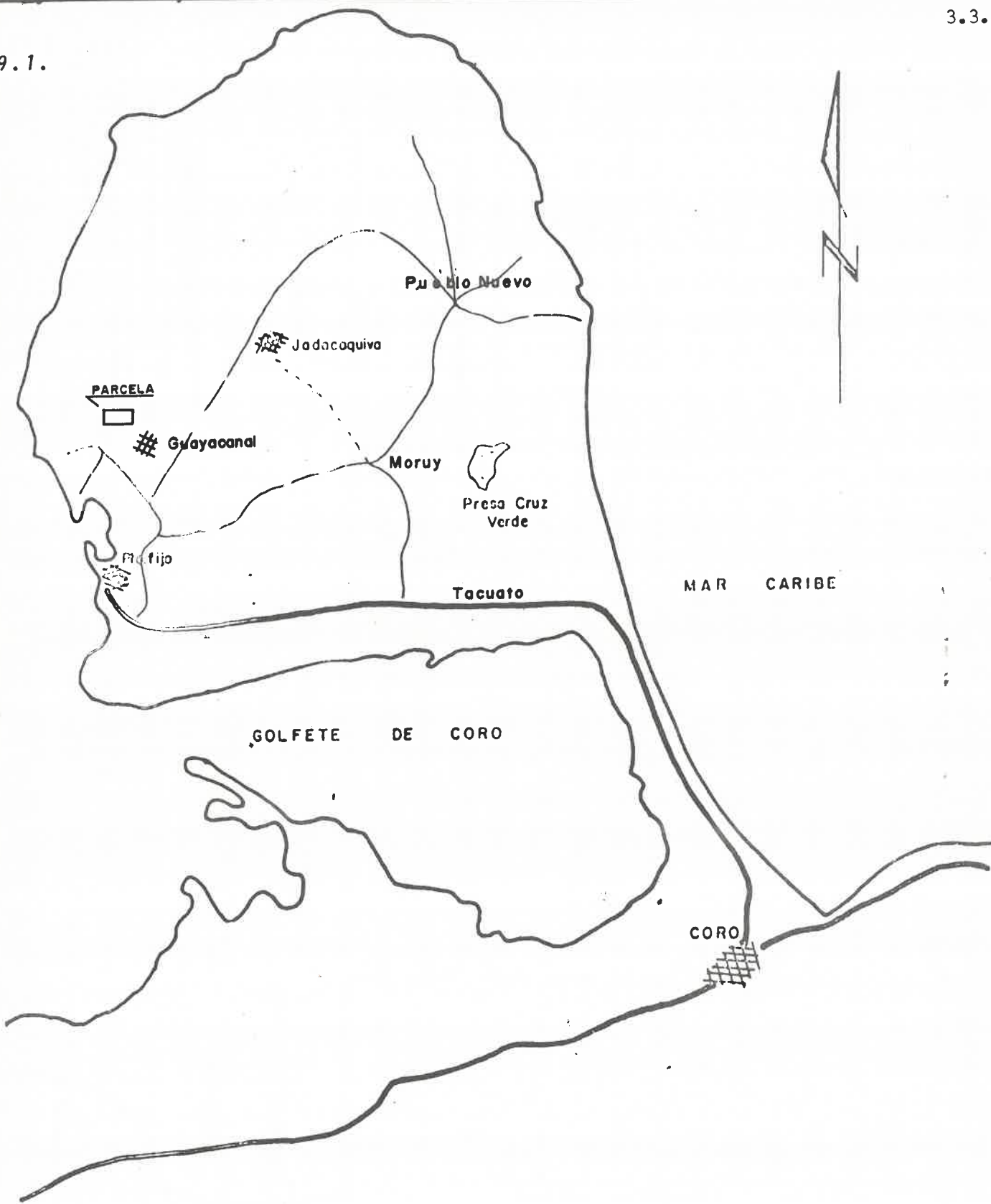
- 17.- SERVICIO SHELL PARA EL AGRICULTOR.-1960. *Los Camellones contribuyen al Mejoramiento del Millo*. NOTICIAS AGRICOLAS, 2 (19):76. CAGUA, EDO. ARAGUA. VENEZUELA.
- 18.- TABORDA, R., FELIX.-1976. *El Cultivo del Sorgo en el Occidente (Estados: Zulia y Falcón)*. AGRO-TECNICO, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. - UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ), FACULTAD DE AGRONOMIA. MARACAIBO, EDO. ZULIA.
- 19.- URDANETA A., JAIRÓ E.-1980. *Estudio Especial de Características Físico-Químicas de los Suelos de la Parcela Experimental ubicada en el Sector Guaya canal, Municipio Jadacaquiva, Edo. Falcón*. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA (M.A.C.), DIRECCION GENERAL DE RIEGO (D.G.R.): COORDINACION DE RIEGO ZULIA-FALCON. MARACAIBO, EDO. ZULIA. VENEZUELA.
- 20.- VERMA, H. N., S.S. PRIHAR, RANJODH SINGH and NATHU SINGH.-1978. *Yields of subhumid rainfed crops in relation to soil water retention and cropping sequence*. (Dep. Soils, Punjab Agric. Univ., Ludhiana, Punjab. INDIA). EXP. AGRIC. 14 (3): 253-260. (En Biological Abstracts. 67 (1):6. Ref. No 50. January 1.1979).
- 21.- WALL, JOSEPH S. Y WILLIAM M. ROSS.-1975. *Producción y Usos del Sorgo*. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional -

(A.I.D.). Ts. por Andrés O. Bottaro. ED. Hemisferio Sur. BUENOS AIRES, ARGENTINA, 399 P.

- 22.- YUAN, T.L., W. K. ROBERTSON and R. C. LITTEL .- 1978. Soil pH adjustment by the double-buffer method for pearl willet (Pennisetum tynnisetum (Burm) Staph - and Hubbard) on an ultic haplaquod. (Soil Sei. - Dep. Univ. Fla., Gainesville, Fla. 32611, U.S.A.) . SOIL CROP SCI. SOC. FLA. 37:208-212 (En Biological Abstracts 68 (1): 11. Ref. Nº 97. JULY 1. 1979).

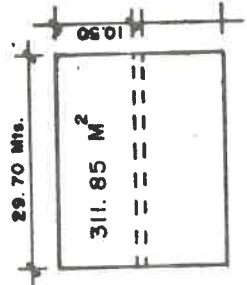
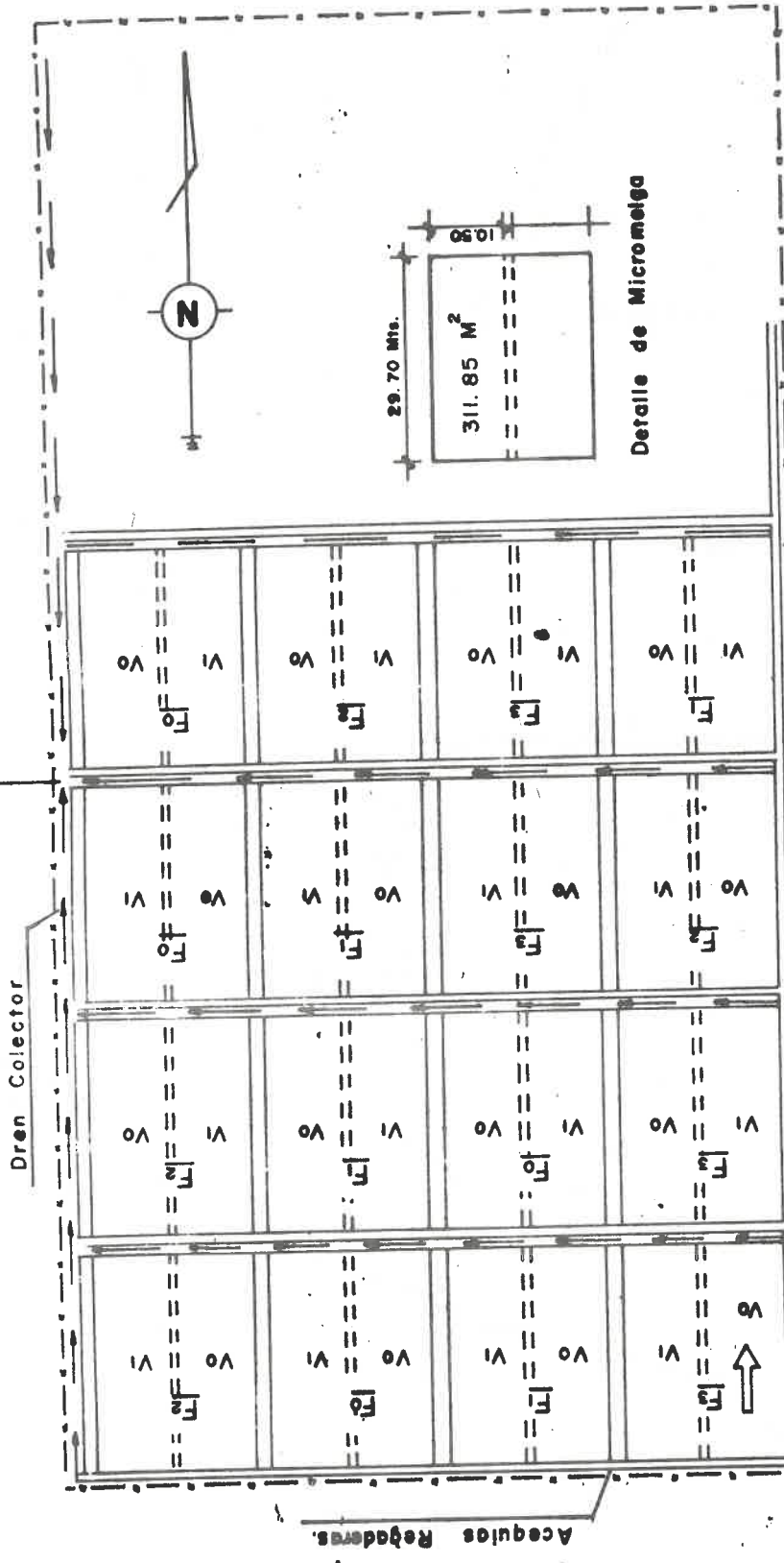
9. A N E X O S

9.1.



REPUBLICA DE VENEZUELA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA DIRECCION GENERAL DE RIEGO			
PROY RIEGO FALCON		UBICACION RELATIVA PARCELA GUAYACANAL	
LEVANTO:		MCPIO JADACAQUIVA DTTO. FALCON	
CALCULO:		Fecha 01.02.80	
DIBUJO: O. Guerrero		ESC:	
PROYECTO:		1: 375.000	
REVISO: Ing. A. Aular. P.		I	

9.2.



Detalle de Micromelga

Cerca

Dren Colector

Acequias De Cebecera

Acequias Regaderas

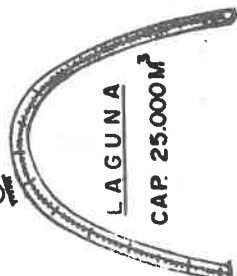
TUBERIA DE CONDUCCION

MOTOBOMBA

TRATAMIENTOS

- F0 = TESTIGO (SIN RIEGO)
- F1 = RIEGO CADA 8 DIAS
- F2 = RIEGO CADA 12 DIAS
- F3 = RIEGO CADA 16 DIAS
- V0 = MILLO PARAGUANERO (SORGO)
- V1 = MIJO PERLA

REPUBLICA DE VENEZUELA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA DIRECCION GENERAL DE RIEGO	
PROJ. RIEGO FALCON LEVANTO: O. Guerrero CALCULO: O. Guerrero	PARCELA EXPERIMENTAL DEL CASERIO GUAYACANAL PROGRAMA DE APROVECHA- MIENTO INTEG. DE LAGUNAS
DIBUJO: O. Guerrero PROYECTO: Ing. A. Auler P. Escobar REVISO: Ing. L. Pablos	Fecha: 01.02.80 Escala: 1:1000 HOJA: 1



9.3. Análisis de la varianza para altura de planta

F. de V.	G. de L.	S. de C.	C.M.	F.c.	F.T.
R	3	13.561,45	4.520,48	3.75 (1)	
F.R.	2	2.556,25	1.278,13	1.06	
E.a.	6	7.235,42	1.205,90		
PARC. PRINCIP.	11	23.353,12	2.123,01		
T.P.	1	1.584,37	1.584,37	7.88*	5.12
F.R. x T.P.	2	418,75	209,38	1.04	
E.b.	9	1.809,38	201,04		
TOTAL	23	27.165,62			

9.4. Análisis de la varianza para rendimiento en Kg/25M²

F. de V.	G. de L.	S. de C.	C.M.	F.c.	F.T.
R	3	1.720,00	573,33	1,17	
F.R.	2	158,25	79,13	0,16	
E.a.	6	2.931,75	488,63		
PARC. PRINCIP.	11	4.810,00	437,27		
T.P.	1	5.460,17	5.460,17	51,82**	10,56
F.R. x T.P.	2	553,58	276,79	2,63	
E.b.	9	948,25	105,36		
TOTAL	23	11.772,00			

9.5. Análisis de varianza para producción de plantas/M²

F. de V.	G. de L.	S. de C.	C.M.	F.c.	F.T.
R	3	11,53	3,84		
F.R.	2	4,02	2,01		
E.a.	6	41,82	6,97		
PARC. PRINCIP.	11	57,37	5,22		
T.P.	1	1,26	1,26		
F.R. x T.P.	2	24,65	12,33	1,19	
E.b.	9	93,46	10,38		
TOTAL	23	176,74			

9.6. Análisis de varianza para rendimiento en Kg/melga

F. de V.	G. de L.	S. de C.	C.M.	F.c.	F.T.
R	3	73.510,13	25.170,04	0,50	
F.R.	2	26.643,09	13.321,55	0,27	
E.a.	6	301.274,46	50.212,41		
PARC. PRINCIP.	11	401.427,68	36.493,43		
T.P.	1	57.918,38	57.918,38	82,44**	10,56
F.R. x T.P.	2	7.845,24	3.922,62	5,58	4,26
E.b.	9	6.322,66	702,52		
TOTAL	23	473.513,96			

9.7. Análisis de varianza para M.S.T. en %

F. de V.	G. de L.	S. de C.	C.M.	F.c.	F.T.
B.	3	0,16	0,05	0,16	
F.R.	2	0,46	0,23	0,67	
E.a.	6	2,06	0,34		
PARC. PRINCIP.	11	2,68			
V.	1	0,40	0,40	2,37	
F.R. x V.	2	0,61	0,31	1,81	
E.b.	9	1,52	0,17		
TOTAL	23	5,21			

9.8. Análisis de varianza para P.C. en %

F. de V.	G. de L.	S. de C.	C.M.	F.c.	F.T.
B.	3	21,00	7,00	0,65	
F.R.	2	10,51	5,26	0,48	
E.a.	6	65,08	10,85		
PARC. PRINCIP.	11	96,59			
V.	1	0,77	0,77	0,89	
F.R. x V.	2	2,74	1,37	1,57	
E.b.	9	7,81	0,87		
TOTAL	23	107,91			

SISTEMA "XIQUE- XIQUE"

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

Jean Louis Millo

Convênio CNPq/SUDENE
SUBPROGRAMA "CONSERVAÇÃO DA ÁGUA E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO"

Este trabalho é o resultado da pesquisa do convênio CNPq/SUDENE através do Subprograma "Conservação da Água e Sistemas de Irrigação", cujo objetivo geral é o aproveitamento máximo dos recursos hídricos no sertão (zona do trópico Semi-Árido), com desenvolvimento de tecnologias apropriadas às condições desta região, especialmente, solos de baixa fertilidade, evapotranspiração alta, qualidade e quantidade d'água em geral pouco favorável para irrigação.

Ao nível sociológico, a característica maior do programa é a transferência de uma nova tecnologia, a pequena irrigação. Em vista do crescimento da produção por hectare, o agricultor compra diretamente no mercado o material adaptado as necessidades locais.

Em consequência, o sistema de irrigação deve apresentar as qualidades seguintes:

- adaptação técnica as pequenas áreas - 1 a 4 ha;
- economia d'água;
- rentabilidade econômica.

O sistema de irrigação "Xique-Xique" utiliza o princípio de localização da água perto do sistema radicular da planta, com um racionamento d'água. O material não é sofisticado - tubos de polietileno normais, vários acessórios hidráulicos que podem ser encontrados no mercado. Ele não tem uma estrutura de filtração -.

A parte seguinte do documento precisa de algumas definições, a teoria hidráulica, a montagem e a prática agrônoma do sistema.

1 - DEFINIÇÕES E DESCRIÇÕES DO SISTEMA

Os vários sistemas de irrigação localizada podem se dividir em duas grandes categorias em função da vazão horária de um irrigador:

- com vazão pequena - 1 a 10 l/hora, em geral, falamos de irrigação localizada em gotejamento. A lâmina d'água necessária é colocada cada dia em várias horas (5 a 10 horas).
- com vazão maior - 40 a 120 l/horas - Esta categoria é aquela dos tubos janelados equipados ou não com micro difusor (ou micro-aspersor) - o tempo para colocar a lâmina d'água é menor (1/2 hora a 2 horas).

Em consequência, a distribuição d'água na área é simultânea no caso do gotejamento; em seqüência na segunda categoria. Com áreas pequenas, não precisa de uma simultaneidade de funcionamento. O agricultor pode controlar cada dia o tempo de rega de cada parte da área.

O sistema "Xique-Xique" aproveita este método de distribuição d'água - a vazão total disponível é colocado sucessivamente (e cada dia) em todas as unidades de rega da área. O esquema é o seguinte:

- uma canalização principal leva a vazão disponível até a unidade de rega constituída de várias alas de distribuição. Um registro controla o tempo de rega na totalidade da unidade.
- uma ala de distribuição é uma série de tubos paralelos ("linhas") ligados com um "bloco de ligação" na saída do registro da unidade.
- uma linha é um tubo de polietileno de diâmetro 1/2" ou 3/4" janelados com furos equidistantes.
- o furo de diâmetro constante, distribui a água em um sulco de repartição. Uma luva de proteção é colocado em cima do furo para evitar a erosão.
- os furos são realizados com brocas calibradas e furador elétrico. A localização, a forma, o comprimento do sulco variam em função da vazão e da cultura. Também, podem variar os diâmetros do tubo e dos furos, o espaçamento entre furos e o comprimento da linha.

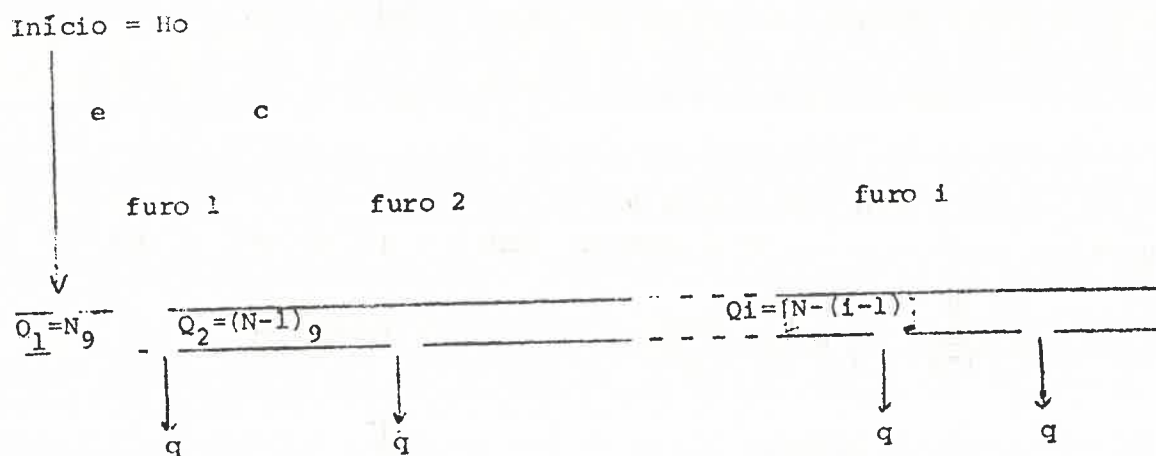
2 - HIDRÁULICA DO SISTEMA

O cálculo do uso consuntivo da cultura é feito com a metodologia clássica do gotejamento (coeficiente cultural e coeficiente de cobertura).

A dificuldade maior é na avaliação das perdas de carga ao longo do tubo janelado, mas com áreas pequenas, a solução teórica pode apresentar uma precisão menor que em grandes áreas. Assim, a perda da carga localizada a nível de cada furo pode ser eliminada e para efeito do cálculo a vazão em cada furo será considerado constante (1ª. parte do cálculo).

1 - Equação da perda da carga:

Com o esquema seguinte: N número total de furos
 q vazão em cada furo
 Q_i vazão no trecho $(i - 1), i$
 H_0, H_i, H_n cargas em $0, i, N$
 J_i perda da carga no trecho $(i - 1), i$
 D diâmetro do tubo
 d diâmetro do furo



Para um tubo de sucção circular, a velocidade seguinte à fórmula de MANING.

se escreve:
$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} J^{1/2}$$

com V = velocidade média

Q = vazão

D = diâmetro do tubo

J = perda da carga por metro

n = coeficiente de Manning (rugosidade)

no caso do polietileno = $n = 0,008$

A vazão $Q = \pi \frac{D^2}{4} \cdot V$

$$Q = \frac{1}{n} \frac{\pi}{4} \frac{D^{8/3}}{2^{2/3}} J^{1/2}$$

$$J = n^2 \frac{16}{2} \frac{4}{D^{16/3}} Q^2$$

$$J = 10,29 \frac{n^2 Q^2}{D^{16/3}}$$

Entre o furo $(i-1)$ e (i) , a perda da carga é a soma da perda linear e da perda localizada.

$$J_i = J \cdot e + f(Q_i)$$

Com um orifício simplesmente furado no tubo $f(Q_i)$ pode ser

$$\text{Assim: } J_i = J \cdot e = 10,29 \frac{n^2 e}{D^{16/3}} \cdot Q_i^2$$

Com $Q_i = N - (i-1) q$

a perda da carga total entre o primeiro furo e o último (N) se escreve:

$$J_N = \sum_{i=1}^N J_i = \sum_{i=1}^N \frac{10,29}{D^{16/3}} n^2 e \left[N - (i-1) \right]^2 q^2$$

$$J_N = \frac{10,29 n^2 e}{D^{16/3}} q^2 \sum_{i=1}^N \left[N - (i-1) \right]^2$$

$$\sum_{i=1}^N \left[N - (i-1) \right]^2 = \frac{N}{6} + \frac{N^2}{2} + \frac{N^3}{3}$$

$$\text{Assim } J_N = \frac{10,29 n^2 e}{D^{16/3}} q^2 \cdot e \left(\frac{N}{6} + \frac{N^2}{2} + \frac{N^3}{3} \right)$$

o fator $\left(\frac{N}{6} + \frac{N^2}{2} + \frac{N^3}{3}\right)$ é o coeficiente de saídas múltiplas.

$J_N = F(N)$ e a equação da curva representativa da variação da perda da carga no longo do tubo.

Seja Q_0 o valor da vazão no início do tubo, a condição de continuidade no tubo e $Q_0 \gg Nq$ com $Q_0 = \frac{\pi D^2}{4} \frac{V}{3} H_0^{1/2}$ (MANNING)

Assim a primeira condição de funcionamento da linha é:

$$N \leq \frac{Q_0}{q}$$

Na realidade a vazão q vai variar em função da pressão ao nível de cada furo com a relação seguinte:

$$q_i = c \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2g H_i}$$

c = coeficiente característico do furo

A uniformidade de distribuição do sistema (eficiência) vai determinar o valor $\frac{\Delta q}{q} =$ assim poderos precisar os valores médios da vazão \bar{q} e da pressão \bar{h}

$$\Delta q = c \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2g} \frac{1}{2\sqrt{h}} \Delta h$$

$$\frac{\Delta q}{q} = 0,50 \frac{\Delta h}{h}$$

Em primeira aproximação:

$$\Delta h = 2h \frac{\Delta q}{q}$$

$$q = c \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2g \bar{h}}$$

É a segunda condição de funcionamento do sistema

Na expressão $J_N = \frac{10,29n^2}{D^{16/3}} q^2 c \left[\frac{N}{6} + \frac{N^2}{2} + \frac{N^3}{3} \right]$

J_N deve ser inferior ou igual a J_h

$$\boxed{J_N \leq J_h} \quad \text{última condição}$$

Em anexo, a metodologia de evolução está detalhada com exemplos.

3 - Sistema de implantação e funcionamento

O sistema deve ser adaptado as condições agronômicas das culturas, especialmente:

- espaçamento da cultura (inter linhas e inter furos)
- uso consuntivo = o número de pés da cultura em cada furo vai variar.

A nível da elaboração do projeto, com a metodologia clássica do gotejamento (coeficiente de cobertura), são determinados:

- o número de pé ha e o número de pé/furo
- o tempo de irrigação diário.

Para aproveitar o máximo a água distribuída, o modelo de produção inclui uma cultura perene (fruticultura) e uma cultura anual consorciada (hortaliça em geral).

A figura e a tabela seguintes esquematizam algumas possibilidades de plantio com diversas culturas.

Cada ala funciona independentemente com um registro de controle: a irrigação é prevista cada dia e o tempo de irrigação varia em função da evapotranspiração real da planta, em geral de 1/2 horas a 1 hora 1/2 por dia. Se a fonte d'água é deficiente, a irrigação será feita em mais de uma ala.

4 - Montagem

A fim de padronizar a instalação no campo, normalizamos dois tipos de linhas, para um comprimento de 50m. Fora deste comprimento, um estudo particular deve determinar com a tabela do anexo, o diâmetro do furo em função do espaçamento entre furos e do comprimento da linha.

Sistema padrão - comprimento da linha 50m

- 1 - tipo dito "fruticultura" - é composto de um tubo de polietileno de diâmetro 1/2" com furos de \varnothing 2,3mm equidistantes de 6m.
- 2 - tipo dito "consorcio" - é composto de um tubo de polietileno de diâmetro 3/4" com furos de diâmetro 2,3mm equidistantes de 3m.

No primeiro caso cada furo alimenta um sulco com a cultura perene (possibilidade de colocação de um consorcio). No tipo "consorcio", um furo alimenta um sulco com cultura perene, o seguinte alimenta uma cultura anual consorciada.

As diversas operações de montagem são as seguintes:

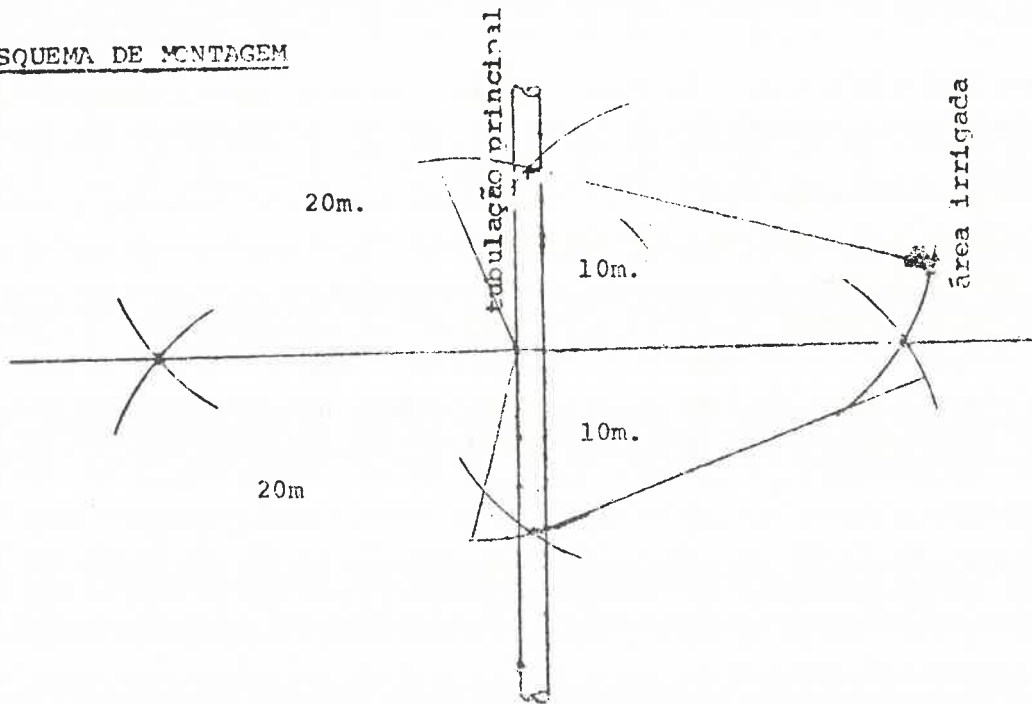
- 1 - furar o tubo de polietileno numa oficina com furador elétrico:
 - . a direção da broca deve ser todo tempo perpendicular ao tubo
 - . o furo não deve ser com rebarbas - se tiver rebarba, trocar a broca.
 - . segurar o furador para furar somente um lado do tubo.
 - . respeitar o espaçamento entre furos; por exemplo: com três pessoas, uma desenrola o tubo, e outra fura com um repere no solo, a terca rola o tubo.
- 2 - No campo com uma trana no mínimo, implantar o projeto:
 - . na linha principal, determinar e localizar com piquetes a posição de cada registro, em geral de um lado do acesso.
 - . implantar no início da área, a primeira linha de distribuição perpendicular na linha principal, a solução mais simples é a determinação da mediátrica - ver esquema seguinte. realização com piquete e corda.
 - . colocar um piquete no início, um no meio e um no final de cada linha de 50m.
 - . depois da primeira linha, implantar as seguintes conforme a planta.
 - . ultima operação - colocar do lado da canalização principal um piquete na posição de cada primeira planta perene (cuidado com a disposição triangular).

3 - Colocar a tubulação principal:

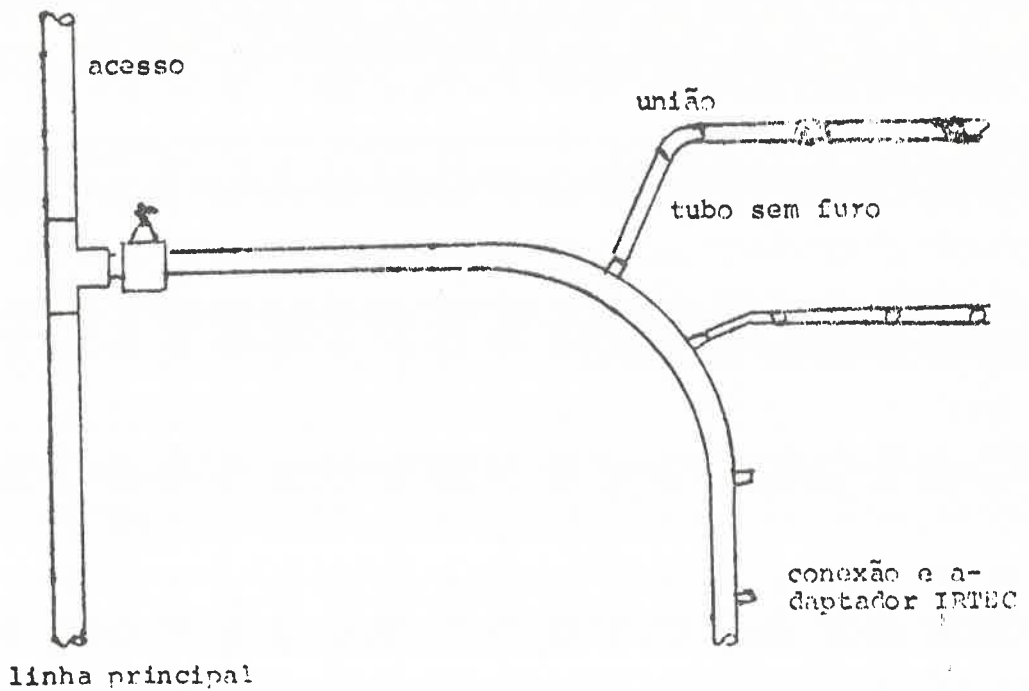
- . desenrolar o tubo no lugar definitivo e segurar ele com piquete.
- . utilizar para
- . a nível da saída de cada ala colocar o tê polietileno com a rosca, o niple e o registro.
- . cortar o comprimento do tubo de distribuição de cada ala e furar os furos de saída das linhas (com a broca especial, no campo ou numa oficina).
- . colocar as conexões e os adaptadores IRTEC segurar o pedaço de tubo de distribuição com niquetes e arame, fechar a extremidade livre com arame.

4 - A partir da posição da primeira planta perene, desenrolar cada linha em tubo de polietileno com ajuda dos niquetes já implantados.

- . IMPORTANTE - deixar no início da linha um comprimento de tubo igual ao espaçamento, entre dois furos.
- . contar o número de furos da linha e cortar o tubo 1m depois o furo final (ver a planta do projeto).
- . uma solução prática é colocar a nível de cada furo um em cordão.
- . uma outra solução é medir o comprimento da linha com a trena.
- . no final da linha fixar o tubo com arame.
- . no início acontece duas situações:
 - a) seja a distância entre o primeiro furo e a saída IRTEC é inferior ao espaçamento entre furos: a ligação é direta.
 - b) seja esta distância não é suficiente: colocar um pedaço de tubo sem furo ligado com uma união. (ver esquema seguinte).

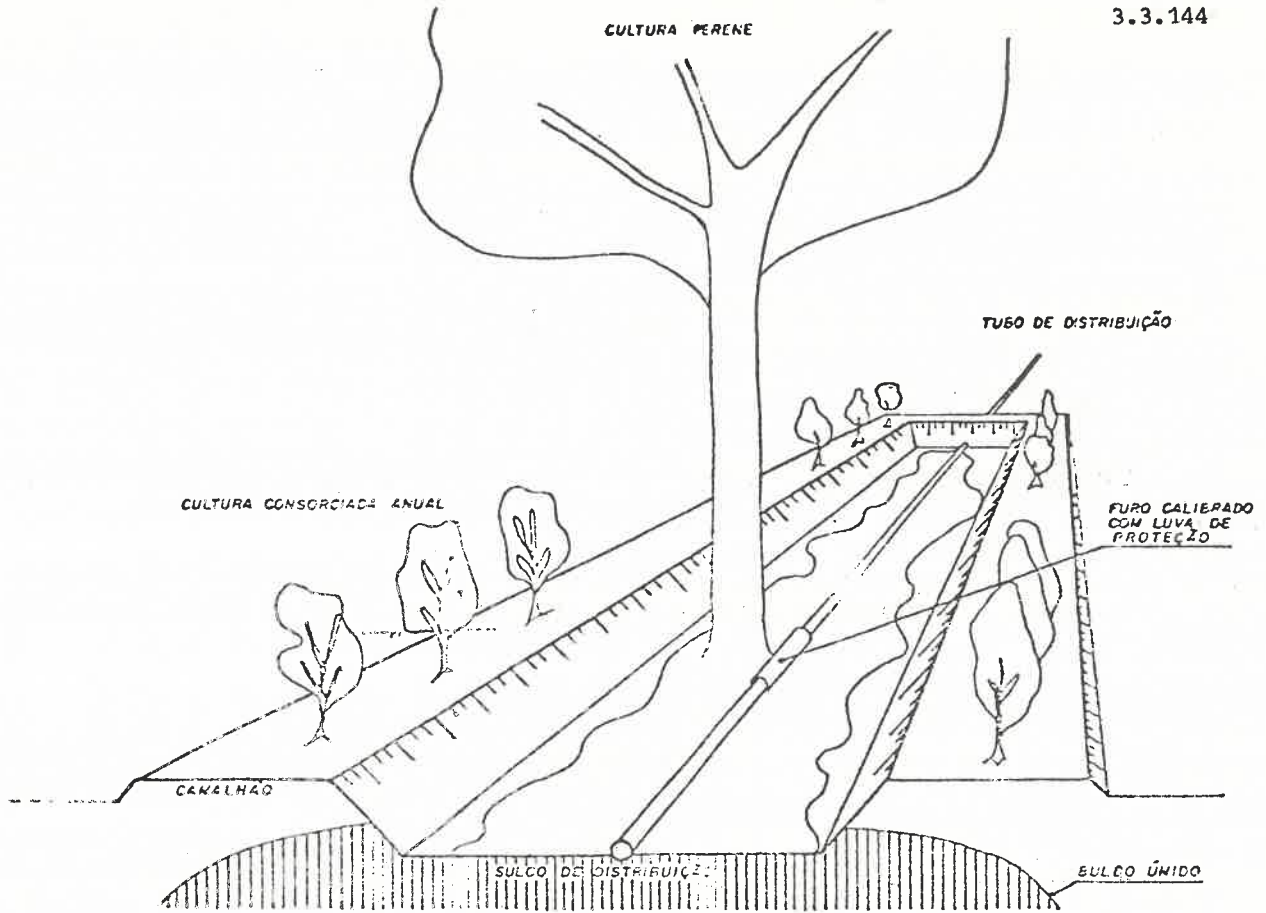
ESQUEMA DE MONTAGEM

1 - POSICÃO DA PRIMEIRA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO: Construção da mediatriz



2 - LIGACÃO ENTRE LINHA: bloco de ligação

- 5 - Colocar a nível de cada furo, a luva (cortar o tubo no sentido do maior comprimento).
- . fazer um sulco paralelo ao tubo: este sulco deve receber o tubo.
 - . fazer as covas - colocar adubação.
 - . botar o tubo na posição definitiva e enterrar as partes
 - . fazer o sulco de distribuição a nível de cada furo.
 - . irrigar com uma quantidade d'água importante 3 4 horas em cada ala e verificar a boa distribuição d'água no sulco.
 - . se for necessário, reajustar o sulco, fazer um das
linhas (abertura no final da linha).
- 6 - Depois da fermentação do adubo, fazer o plantio.



SISTEMA DE IRRIGAÇÃO "XIQUE XIQUE / CNPq"						ESQUEMA DE PLANTIO	
CULTURA	LINHA	TUBO	FURO	ESPAÇAMENTO		+	CULTURA PRINCIPAL
	KENT			Ø	Nº		
BANANA	50 ^m	1/2"	9	2 ^m	6 ^m	+	 CONSORCIO DURANTE OS SEIS PRIMEIROS MESES
LARANJA com CONSORCIO	50 ^m	1/2"	9	5 ^m	6 ^m	+	
LARANJA com CONSORCIO	50 ^m	3/4"	18	5 ^m	3 ^m	+	
FINHA com CONSORCIO	50 ^m	1/2"	9	5 ^m	6 ^m	+	
MAMÃO com CONSORCIO	50 ^m	1/2"	9	3 ^m	3 ^m	+	

ANEXO 1VASÃO DO FURO:

CURVAS CALCULADAS DAS VARIAÇÕES DA VASÃO DO FURO EM FUNÇÃO DA PRESSÃO

calculado feito com a fórmula $q_i = \frac{c \cdot d^2}{4} \sqrt{2g H_1}$

com coeficiente do furo $c = 0,30$ TABELA Nº 1

Vasão de furo em litros/hora

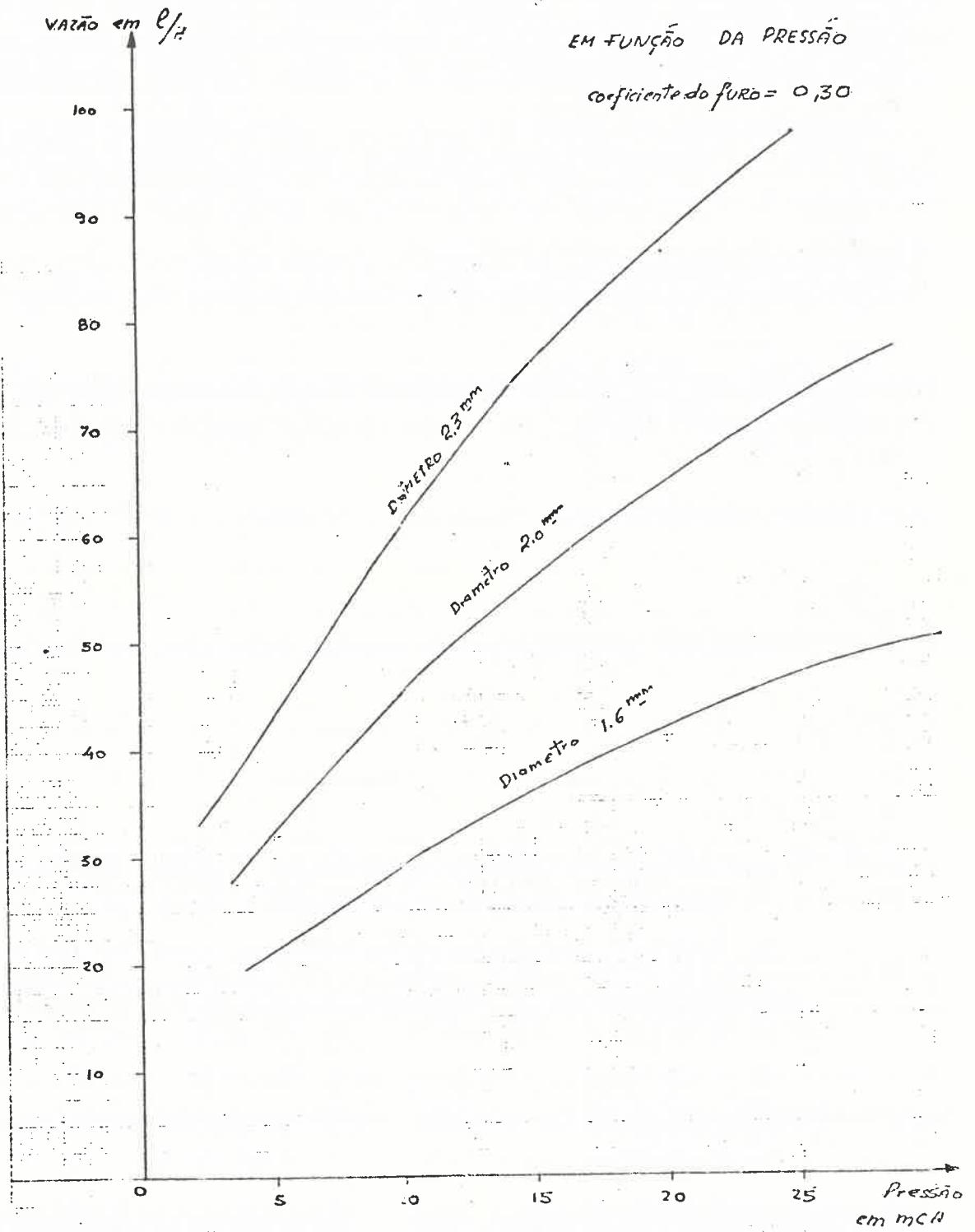
Pressão em m CA	5	10	15	20	25
1.6mm	21	29	36	41	46
2.0mm	32	46	56	65	72
2.3mm	43	61	76	86	97

OBS.: Ver a seguir as curvas correspondentes.

CURVA DE VARIAÇÃO DA VAZÃO DO FURO

EM FUNÇÃO DA PRESSÃO

coeficiente do furo = 0,30



ANEXO 2COMPRIMENTO MÁXIMO DA LINHA

Cálculo feito com a metodologia já indicada anteriormente, e com programa de cálculo sobre máquina Hewlet Packard - ver anexo 4 - O valor tomada em conta para a variação de vasão admissível é:

$$\frac{\Delta H}{q} = 0,05 \quad (\text{este valor é teórico})$$

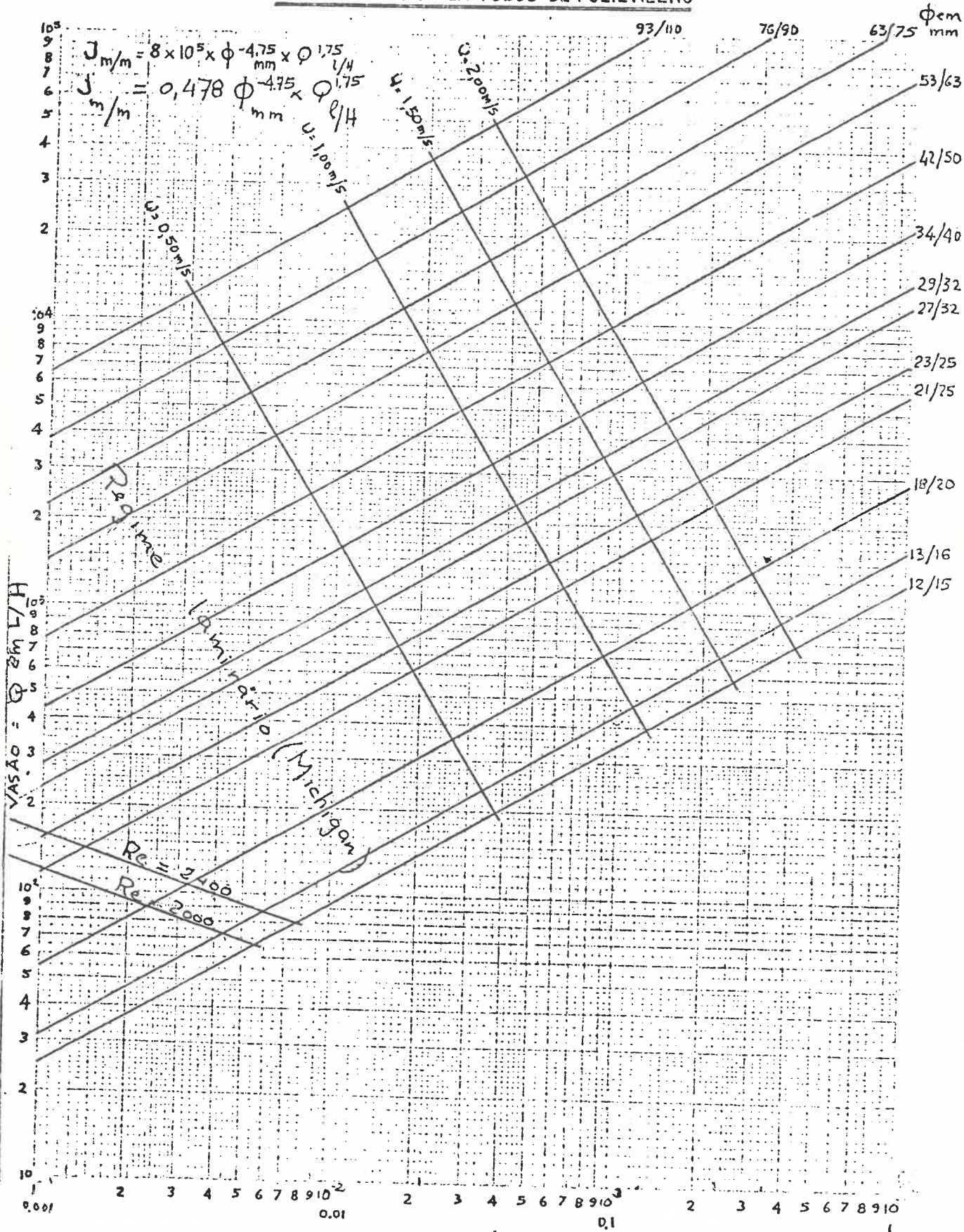
A tabela dá para cada tubo e cada furo o comprimento máximo da linha em função do espaçamento:

TABELA Nº 2

DIAMETRO INTERNO DO TUBO	DIAMETRO DOS FUROS	ESPAÇAMENTO ENTRE OS FUROS		
		3m	6m	12m
Tipo 1/2"	d=1.6mm	57	90	144
	d=2.0mm	42	66	108
	D=17mm	d=2.3mm	36	54
Tipo 3/4"	d=1.6mm	93	144	228
	d=2.0mm	69	108	168
	D=22mm	d=2.3mm	57	90

Nota: O sistema padrão descrito acima (linhas de 50m) trabalha com espaçamento 6m em tubo de 1/2" e furo de 2.3mm. Espaçamento 3m em tubo de 3/4" e furo de 2.3mm.

PERDA DE CARGA EM TUBOS DE POLIETILENO



$J_{m/m} = 8 \times 10^5 \times \phi^{-4.75} \times Q^{1.75}$
 $J_{m/m} = 0,478 \phi^{-4.75} \times Q^{1.75}$

Perda de carga = J em M/M

ANEXO 3AVALIAÇÃO DO SISTEMA "XIQUE-XIQUE"

A medida mais simples no campo é a uniformidade de distribuição (ou uniformidade de vasão)

$$UD = \frac{\text{taxa mínima coletada}}{\text{taxa média coletada}} \times 100$$

com taxa mínima coletada = média dos 1/4 menores valores obtidos.

A metodologia é a seguinte:

- 1 - A nível da propriedade - fazer uma medida de U.D. para cada grupo de Alas idênticas - por exemplo:
 - grupo de 3 Alas de laranjeiras com tubo 1/2" = uma medida
 - grupo de 4 alas de laranjeiras com tubo 3/4" = uma medida
 - grupo de 6 alas de bananeiras com tubo 1/2" = uma medida

- 2 - Cada medida será feita assim:
 - escolher uma linha entre 4.
 - na linha escolhida, escolher o furo inicial e o furo final, depois o furo médio, o furo colocado no meio entre o inicial e o médio, também do furo no meio entre o médio e o final etc até atingir mais de 40 furos.
 - medir o volume escoado durante um tempo determinado para cada furo escolhido e com a pressão de serviço .

- 3 - Calcular avasão em cada furo e a uniformidade da vasão.

OBSERVAÇÃO:

A uniformidade da vasão não é a eficiência do sistema. Em geral, a eficiência depende diretamente da U.D. com a relação seguinte:

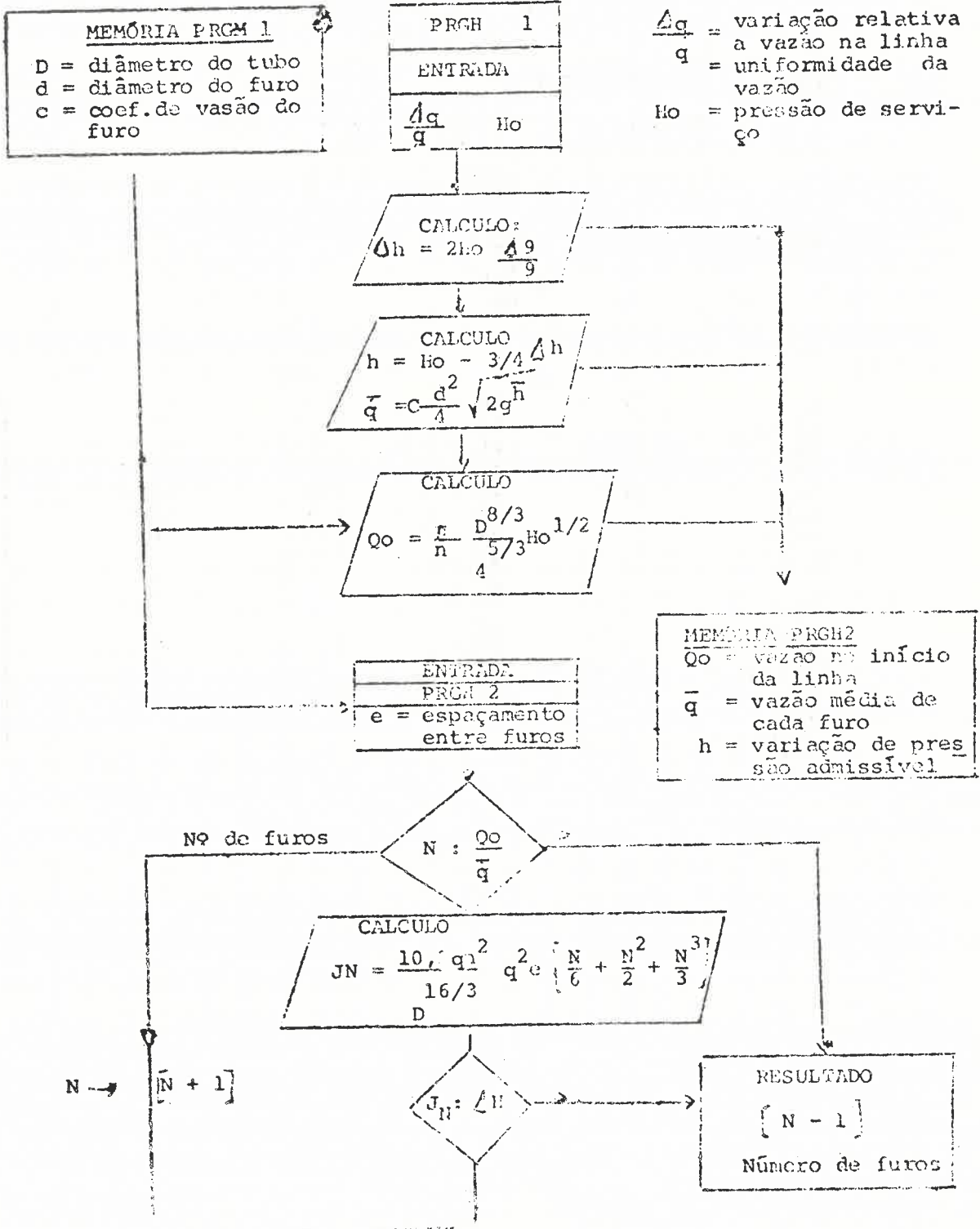
$$Ef.: U.D. \times RT$$

RT é a relação de transpiração: a diferença entre a taxa aplicada e a taxa evapotranspirada para a cultura (são perdas por evaporação e percolação).

RT pode variar entre 0,8 e 0,9.

ANEXO 4

ORGANOGRAMA DO CÁLCULO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DA LINHA COM MÁQUINA HUWLET PACKARD - tipo 33



detalhe dos programas Hewlet PackardPRGM 09 1

0	1	2	3	4	5	6	7
D	d	$\frac{D}{d}$	ho	\bar{q}		38,96	4,48xc

Iniciação das memórias:

Memória 0: D diâmetro interno do tubo

Memória 1: d diâmetro do furo

Memória 6: coeficiente = 38,96

Memória 7: coeficiente = 3.48xc (coeficiente do furo)

Introdução dos dados: $\frac{D}{d}$
 \bar{q}
 ENTER
 ho

Lista das instruções:

	código		Código		Código	
00	23 3	16	qn ²	15 0	31 x	61
01	STO 3	61	x	61	32 R/S	74
02	x	2	Rec 7	24 7	33 Rec 4	24 4
03	2	61	19 x	61	34 R/S	61
04	x	23 2	20 STO 4	23 4	35 Rec 2	24 2
05	STO 2	3	21 Rec 3	24 3	36 GOTO 00	13 00
06	3	31	22 $f\sqrt{n}$	11 0		
07	ENTER	4	23 Rec 0	24 0		
08	1	71	24 8	8		
09	x	61	25 ENTER	31		
10	x	24 3	26 3	3		
11	RCL 3	21	27 %	71		
12	n $\frac{1}{y}$	11	28 fy ⁿ	13 3		
13	-	13 0	29 x	61		
14	f n	24 1	30 Rec 6	24 6		
15	RCL 1					

PRCM nº 2

0	1	2	3	4	5	6	7
D	e	4h	Qo/q	\bar{q}	N	16/3	$6,5910^{-4}$

Iniciação das memórias:

Memória 0 = D diâmetro do tubo
 Memória 5 = início do cálculo = N mínimo
 Memória 6 = coeficiente 16/3
 Memória 7 = coeficiente $6,5910^{-4}$

Introdução dos dados: Qo vazão inicial
 ENTER
 \bar{q} vazão média do furo
 Δh variação de pressão admissível
 ENTER
 e espaçamento

	Código		Código		Código			
00	23 1	16	Rec 5	24 5	30	Rec 1	24 1	
01	STO 1	22	17	g x ²	15 0	31	x	61
02	23 2	18	2	2	32	Rec 7	24 7	
03	STO 2	22	19	%	71	33	x	61
04	23 4	20	+	51	34	Rec 0	24 0	
05	STO 4	71	21	Rec 5	24 5	35	Rec 6	24 6
06	%	23 3	22	3	3	36	fg ²	14 3
07	STO 1	1	23	fg ^x	14 3	37	%	71
08	1	23 51 5	24	3	3	38	Rec 2	24 2
09	STO + 5	24 3	25	%	71	39	f x < y	14 41
10	Rce 3	24 5	26	+	51	40	GOTO 44	13 44
11	Rce 5	14 51	27	Rec 4	24 4	41	GOTO 10	13 10
12	f n > y	13 44	28	gx ²	15 0	42	Rec 5	24 5
13	GOTO 44	6	29	x	61	43	1	1
14	6	71				44	-	41
						45	GOTO 00	13 00

IV SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO SOBRE RIEGO
POR GOTEJO Y RIEGO LOCALIZADO

BARQUISIMETO - VENEZUELA

21 a 27 de junho de 1981

EFEITO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJO NO DESENVOLVIMENTO
VEGETATIVO E PRODUÇÃO DA CULTURA DO MORANGO
(Fragaria sp.)

Antonio Fernando Olitta *

Keigo Minami **

Decio Barbin ***

Clarice B.G. Demétrio ***

RESUMO:

Este trabalho foi conduzido no Campo Experimental da Horticultura, do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Teve por objetivo a determinação do manejo da irrigação, em termos de aplicar-se a quantidade correta de água para o melhor desenvolvimento da cultura e produção de frutos, manejo representado por um fator de correlação (f) entre o consumo de água pela cultura e a evaporação do tanque Classe A.

Os resultados obtidos indicaram que o controle da irrigação adotando o fator de consumo de água 0,8 em relação à evaporação do tanque Classe A, proporcionou a maior produção, não tendo sido acentuado, as diferenças no desenvolvimento vegetativo das plantas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, e nem as qualidades químicas dos frutos, decorrente das diferentes quantidades de água aplicada nos tratamentos.

* Prof. Livre Doc. do Deptº Eng. Rural - ESALQ/USP

** Prof. Livre Doc. do Deptº Agric. e Hort. - ESALQ/USP

*** Prof. Adj. e Prof. Assist. do Deptº de Mat. e Est. - ESALQ/USP

INTRODUÇÃO

A cultura do morango possibilita aos agricultores uma elevada rentabilidade econômica devido, principalmente, as qualidades de sua infrutescência, bastante apreciada no mercado consumidor, e também pelo fato de a produção ocorrer exatamente num período de escassez de frutas frescas. Entretanto, dentre as culturas olerícolas, o morango é considerado uma das mais exigentes em modernas tecnologias de cultivo para o sucesso do empreendimento. Cita-se como exemplo, a começar pela produção de mudas que devem ser obtidas de plantas livres de vírus, um processo sofisticado e difícil, bem como no emprego de lençóis plásticos de cor preta para a cobertura do solo, visando melhor conservação da umidade e controle de ervas daninhas.

A crescente sofisticação das técnicas de cultivo, onde os fatores de produção devem ser controlados com intensidade cada vez maior para elevar ainda mais o rendimento por área, inclui, também, para tal, o emprego do método de irrigação por gotejamento.

Um trabalho pioneiro de irrigação por gotejo em cultura de morango foi realizado por VOTH (1970), utilizando tubos de polietileno de 1/2" (1,27cm) de diâmetro, com orifícios a cada 60cm e posicionados abaixo da cobertura do plástico. Foram constatados a adequação e a possibilidade de se obter em maiores produções de frutos em relação ao método de sulco.

A resposta da cultura do morango à irrigação suplementar é bastante variável nas condições da Flórida mas, mesmo assim, a irrigação é adotada pelos agricultores. Nessas condições, LOCASCIO e MYERS (1975) observaram um aumento da produção de 42% e 54% respectivamente com os métodos de aspersão e gotejo, em comparação com o tratamento não irrigado.

LOCASCIO et alii (1977) observaram também, um aumento significativo na produção de morango, sob irrigação por gotejo, em relação a aspersão e ao tratamento não irrigado. Durante o ciclo 1973/74 a produção total de frutos com irrigação por gotejo foi 43% maior que na aspersão e 54% que sem irrigação. Em 1974/75, o aumento foi respectivamente 22 e 37%. Apesar de não ter sido detectada diferença significativa com aplicação diária ou semanal do fertilizante N e K na água de irrigação, observaram o efeito de aplicar 50% de fertilizante em relação a aplicação em cobertura. Dentro do esquema de aplicar 50% de fertilizante pelo método de irrigação por gotejo, encontraram para os dois ciclos um aumento da produção de 69 e 48% respectivamente, em relação a testemunha, e com somente 1/3 a 2/3 da água necessária na irrigação por aspersão.

Em condições normais do emprego da irrigação por gotejo, considera-se que, o sistema solo-planta não constitui barreira ao suprimento de água para a atmosfera, podendo proporcionar, assim, condições potenciais para a evapotranspiração, sob influência das exigências atmosféricas. É sabido que as mesmas causas e fatores que promovem a evaporação da água de uma superfície livre, atuam nos solos úmidos e nas plantas produzindo a evapotranspiração, isto é, são fenômenos qualitativamente, semelhantes.

GOLDBERG et alii (1976) consideram que dos diferentes métodos para determinar a evapotranspiração, o mais adequado parece ser o que compara este valor com a evaporação de uma superfície livre de água medida num tanque de evaporação. A evaporação de uma superfície livre de água atua como um integralizador que incorpora a maior parte das condições climáticas, afetando o processo da evaporação. Ainda nesse trabalho, referindo-se a irrigação por gotejo, foi discutida a necessidade de, inicialmente, determinar o melhor regime de irrigação para a cultura nas condições da região, depois encontrar um fator de proporcionalidade entre a evapotranspiração e a evaporação do tanque (ET/EA) para este regime ótimo, e posteriormente testar estes resultados em experimentos de campo.

Dentro dos mesmos propósitos, DAVILA (1978), considera que a metodologia de relacionar a evaporação através de um coeficiente, satisfaz as normas requeridas para a irrigação por gotejo, e que as variáveis envolvidas são de fácil manejo para o agricultor. Recomenda, assim, utilizar um coeficiente constante da evaporação do tanque Classe A para resolver o "quanto" irrigar baseado em diversos experimentos de campo realizados com alface (1974, 1975 e 1976) melão (1974, 1975 e 1976) milho (1974) e melancia (1974).

No Brasil, diversos experimentos visando a determinação deste fator em várias culturas já foram concluídos, possibilitando assim uma comparação com outros valores obtidos no exterior. Assim SCARDUA e SOUZA (1976) trabalhando com cana-de-açúcar (cana-planta) irrigada por gotejo, determinaram um valor de 0,6 para as condições de Araras, SP, com o qual é possível um aumento da produtividade de 32,84 t/cana/ha e 4,85 t/açúcar/ha em relação ao tratamento não irrigado. Com a continuação deste experimento em termos de cana-roca e cana-ressoca (SCARDUA et alii.1978), foi confirmado este valor de 0,6 em relação a evaporação do tanque Classe A para todo o período. Idêntico resultado foi encontrado por DEMÉTRIO e SCARDUA (1979) para a cana-de-açúcar (cana-planta) nas condições de Piracicaba, SP.

COELHO et alii (1978) num estudo realizado em Petrolina - PE determinaram para a cultura do Melão, um fator variando entre 0,75 e 1,0, que sob uma frequência de 2 dias nas irrigações, proporcionou uma produção de frutos, respectivamente, 51,4 e 38,2% maior que na irrigação por sulcos sob uma frequência de 10 dias.

OLIVEIRA et alii (1979) estudando a cultura do tomate irrigado por gotejo, nas condições do Cerrado em Brasília, DF, encontraram um valor 0,8 da evaporação do tanque Classe A, indicativo do manejo da irrigação que proporciona as melhores produções e uma alta eficiência no uso da água.

Para as condições de Piracicaba, SP, OLITTA et alii (1979), após um estudo de dois anos com a cultura do figo, encontraram um fator 0,4 e uma frequência de 7 dias como o mais adequado no manejo da irrigação por gotejo. No mesmo local, CARRIJO (1980) estudando o manejo da irrigação por gotejamento em duas cultivares de alho, determinou o fator 1,0 de evaporação como o que proporcionou a maior produção de bulbos Florão e Grande e a menor de bulbos médios e pequenos, respectivamente 81,61 e 18,39% para a Cv. Jurêia e 91,93 e 8,07% para a Cv. Gigante de Lavínia, além de observar o melhor desempenho em quase todos os índices morfo-fisiológicos da cultura.

Deste modo, o objetivo deste trabalho prende-se ao estudo do manejo da irrigação por gotejo na cultura do morango, sob o aspecto de determinar-se o fator de correlação (f), entre o consumo de água pela planta e a evaporação do tanque Classe A, para alcançar índices ótimos de desenvolvimento da cultura e produção de frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental da Horticultura, do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, durante o ano agrícola de 1977.

O solo onde os experimentos foram instalados foi classificado como Terra Roxa Estruturada, pertencendo a unidade taxonômica Latossol Vermelho Escuro, segundo a COMISSÃO DE SOLOS DO SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISA AGRÔNOMICA (1960), e pertencente à Série Luiz de Queiroz, possuindo horizonte B textural segundo RANZANI et alii (1966).

O clima da região de Piracicaba, segundo a metodologia de Koppen, é do tipo Cwa, qual seja temperatura quente com estiagem no inverno, identificada por uma precipitação média anual de 1.247mm, 20,8°C de temperatura média e 69% de umidade relativa.

O tanque de evaporação Classe A, que serviu de base para o controle das irrigações, foi instalado na parte central do experimento, de modo a representar, com maior exatidão, as condições microclimáticas do experimento. Os dados da evaporação média semanal do tanque, bem como os dados de precipitação e temperatura durante o período de realização dos experimentos, são apresentados na Figura 1. O morango (*Fragaria hybridus*) é considerada uma cultura anual de inverno para a produção de frutos, ou seja, as plantas são colocadas no campo para um ciclo de produção, sendo renovadas a cada ano. A propagação é por estolhos, obtidos de mudas isentas de vírus. Nestes experimentos o cultivar utilizado foi a SH 2, cujas características são representadas por produção tardia, frutos firmes e vermelhos internamente, com formato oblongo cônico e resistente a *Mycosphaerella fragaricae* (Tul.) Lind.

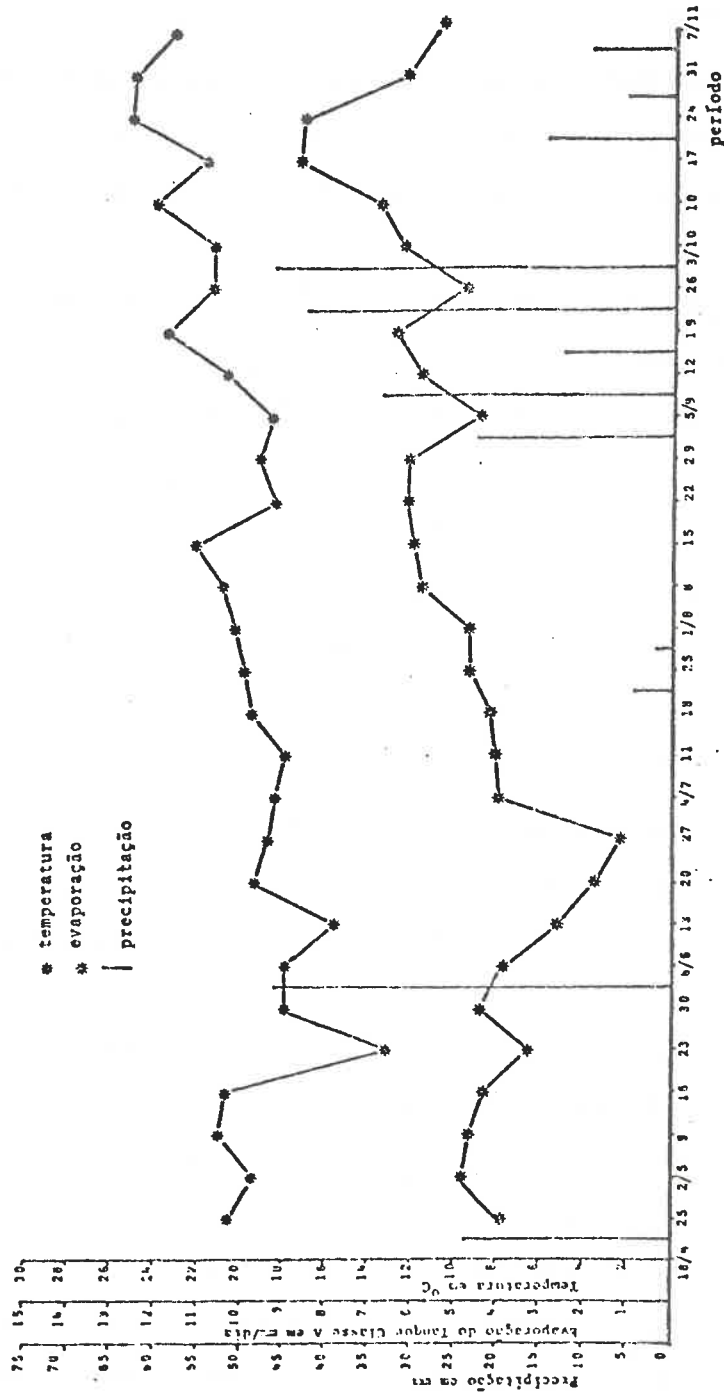


Figura 1 - Valores Médios Semanais de precipitação, temperatura e evaporação do tanque Classe A, no período de realização do experimento de 1977.

As mudas utilizadas neste trabalho foram obtidas no Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências de Botucatu, (UNESP), enviveiradas para enraizamento em canteiros do Setor de Horticultura da ESALQ, em espaçamento de 0,10 x 0,10m durante os meses de fevereiro a abril, sendo então transplantadas em torrões para o local definitivo no campo, em canteiros com 2 linhas de plantas, sob um espaçamento de 0,40 x 0,40m.

As práticas culturais, tratamento fitossanitário e adubações utilizadas foram estabelecidas de acordo com CAMARGO (1973). Como cobertura do solo foram utilizados lençóis plásticos de cor preta, próprios para a cultura do morango, com base nos resultados obtidos anteriormente por MINAMI e OLITTA (1975).

O equipamento da irrigação por gotejo utilizado no experimento compreendia um cabeçal de controle constituído por um conjunto moto-bomba, sistema de filtragem (filtro de areia e filtro de tela metálica, ambos com 20m³/h de capacidade), sistema injetor de fertilizantes (diferencial de pressão com tanque de 60 litros) e sistema de controle de pressão (regulador manual 3m³) e vazão (válvulas volumétricas com 5m³ de capacidade e hidrômetros com leitura 0,001m³). A tomada de água foi de um reservatório localizado próximo do local, sendo o abastecimento de água proveniente do bombeamento direto do Rio Piracicaba.

O sistema de canalizações de polietileno flexível se constituiu de linhas de derivação com diâmetro 1" e linhas laterais com diâmetro 3/8", onde estavam inseridos os gotejadores tipo múltipla saída. Este gotejador apresenta uma curva característica de descarga-pressão, determinada em estudo realizado por OLIVEIRA (1979), dada pela seguinte equação:

$$q = 2,271 \cdot H^{0,707}$$

onde:

q = vazão do gotejador, l/h

H = pressão na entrada do gotejador, m.c.a.

O controle das irrigações se baseou na evaporação do tanque Classe A e a quantidade de água aplicada foi calculada segundo a metodologia descrita em OLITTA (1978), considerando um fator de cobertura de 100% e uma eficiência de irrigação de 95%. Com base nos resultados obtidos anteriormente por OLITTA e MINAMI (1974) foi adotada uma frequência de irrigação de 3 dias.

O experimento teve início em 16/abril com o transplante das mudas, e o término em 4/novembro por ocasião da última colheita de frutos. Dentro de um delineamento estatístico de blocos ao acaso, foram estabelecidos 5 tratamentos com 6 repetições. Os tratamentos compreenderam os seguintes fatores em relação a evaporação do tanque Classe A: 0,4, 0,6, 0,8, 1,0 e 1,2, numerados respectivamente de 1 a 5.

Cada parcela compreendia um canteiro de 2 linhas de plantas com 8,0m de comprimento, sendo os 7,2m internos considerados como área útil, totalizando 36 plantas por parcela. A linha lateral de gotejo foi posicionada na parte central do canteiro, abaixo da cobertura do lençol plástico, sendo os gotejadores dispostos de modo a irrigar 16 plantas cada um, com o auxílio dos microtubos.

Foram observados e mensurados os dados de produção de frutos, bem como os fatores necessários para a análise do desenvolvimento vegetativo da cultura, visando detectar e compreender os efeitos na cultura, dos diversos tratamentos estabelecidos no experimento. Deste modo foram determinados os seguintes fatores:

- a) produção de frutos: dentro do critério de colheita dos frutos, apresentando-se de maduros a 2/3 de maturação, foram realizados três colheitas semanais durante todo o período que compreendeu 17 semanas, observando-se o peso dos frutos e o número de frutos colhidos em cada parcela.

- b) qualidade dos frutos: periodicamente foram realizadas análises com os frutos colhidos, determinando-se o pH, acidez titulável expressa em % de ácido cítrico e sólidos solúveis totais expressos em graus Brix. Para estas análises, foram colhidos ao acaso de todos os tratamentos do experimento, amostras equivalente ao peso de 1 kilo de frutos por tratamento.
- c) desenvolvimento vegetativo: com uma frequência de três semanas, foram realizadas amostragens de 5 plantas por parcela durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. Em cada planta foram determinados os seguintes fatores: número de folhas peso seco do rizoma e dimensões das folhas.
- d) controle das irrigações: visando ao conhecimento da eficiência da irrigação, a quantidade de água aplicada em cada irrigação foi controlada e registrada com auxílio de válvulas volumétricas e hidrômetros colocados individualmente para cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido ao grande número de colheitas realizadas no transcorrer do experimento e com a finalidade de simplificar a manipulação dos dados obtidos, as produções de frutos foram consideradas semanalmente, como está apresentado na Tabela 1.

O estudo do efeito dos tratamentos foi realizada pela análise de variância, com os dados da produção total de frutos no ciclo, bem como individualmente para as produções semanais. Os resultados obtidos são apresentados, resumidamente, na Tabela 2. Observa-se que no estudo das produções totais o efeito dos tratamentos foi altamente significativo, tanto para peso como para número de frutos. Nas colheitas semanais, este efeito somente apareceu em algumas semanas, nas partes, inicial e final do ciclo, cuja variação, na comparação das médias pelo teste de DUNCAN, pode ser visto na Tabela 1, representada pelas letras índices. O mesmo estudo foi estendido às médias semanais indicadas na parte inferior da Tabela 2, observando-se a concentração dos valores máximos nas 6^a, 7^a e 8^a semanas para o peso dos frutos, e nas 6^a, 7^a, 8^a, 15^a e 16^a para o número de frutos.

Procedeu-se ao estudo das regressões polinômiais que relacionam a produção obtida e a quantidade de água aplicada, identificando, assim, a curva da produção da cultura. Os resultados desta análise são apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente para peso e número de frutos por hectare. Os resultados obtidos indicaram, para ambos os fatores estudados, uma significância para o relacionamento linear com a produção.

A Figura 2 representa, graficamente, estas equações, notando-se ambas as curvas, que o tratamento referente ao fator 0,8 apresenta-se como indicativo da maior produção observada, e decorrente da aplicação de uma quantidade intermediária de água. Este fato já foi indicado na Tabela 1, como resultado do

Tabela 1 - Produção Média semanal em peso (Kg/ha) e número (nº/ha) de frutos.

Cultivar	PRODUÇÕES SEMANAIS										Produção Total							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	37.0	35.1	290.2	555.5 ^{bc}	652.5	1119.1	957.0	846.7	675.7	479.8	420.2	376.6	486.1	654.3	594.7	545.4	355.8 ^{bc}	8660.4 ^b
2	7.1	14.2	268.8	425.5 ^c	645.4	1153.8	1072.8	811.9	579.5	333.6	282.2	515.4	562.8	929.4 ^{ab}	764.7	454.2 ^{bc}	157.5 ^{bc}	8979.9 ^b
3	20.1	30.9	309.8	702.4 ^{ab}	803.0	1450.3	1219.7	1043.4	745.1	526.5	498.5	466.5	521.9	907.2 ^{ab}	578.5	681.0	222.5 ^{ab}	11378.1 ^a
4	5.3	19.1	243.0	786.1 ^b	773.6	1509.0	1156.5	1101.3	641.0	465.6	499.4	584.4	696.2	1060.2 ^a	938.6 ^{ab}	579.7 ^{ab}	133.5 ^c	10079.2 ^a
5	8.9	27.4	301.8	534.1 ^{bc}	637.4	1321.2	1156.0	1117.3	719.5	453.1	551.9	570.6	666.8	1047.9	1004.2	752.3	248.3	11659.3 ^a
6	2336.7	3759.5	27421.6	69266.1 ^{ab}	114316.2	202655.3	203347.5	199964.3	141915.9	99715.0	72471.5	76512.8	95975.7	192841.8	181089.7	107015.6	48957.2	1835333.3 ^b
7	534.1	1247.4	27421.6	53062.6 ^b	109506.5	217414.5 ^{bc}	245548.4	219579.7	138354.7	76032.7	63390.3	86538.4	111289.1	268696.5	212421.7	125712.2 ^{bc}	42378.9	1989138.1 ^{ab}
8	1765.4	2136.7	30449.7	80484.3	124455.8	234629.6 ^{ab}	259437.3	242321.3	160612.5	118411.6	90811.9	89387.4	112179.4	235754.9	254467.2	174145.2 ^{ab}	59048.4	2271165.4
9	722.2	2676.9	25860.3	87072.6	121616.8	264066.9 ^a	221529.9	265740.8	134971.5	9597.7	87784.9	100071.2	131944.4	305377.4	237713.6	147435.2 ^{abc}	39105.4	2064423.0 ^a
10	722.2	2829.0	29202.2	63212.2 ^{ab}	100561.5	231401.4 ^{abc}	226673.7	247885.1	147435.8	100783.4	89743.5	106123.3	132656.6	286636.7	264611.1	191395.4	67663.8	2284029.9 ^a

Tabela 2 - Valores do teste F da análise de variância da produção semanal em peso (Kg/ha) e número (nº/ha) - tmasf. $\sqrt{x+0,5}$ de frutos).

Causa de Variação	T A L O R E S																	
	1ªsem.	2ªsem.	3ªsem.	4ªsem.	5ªsem.	6ªsem.	7ªsem.	8ªsem.	9ªsem.	10ªsem.	11ªsem.	12ªsem.	13ªsem.	14ªsem.	15ªsem.	16ªsem.	TOTAL	
Reprod	5																	
(Kg/ha)	0,73	0,70	0,33	4,22*	2,91	2,57	1,25	2,71	1,02	2,83	2,47	1,23	1,54	3,36*	3,27*	7,32**	4,34*	3,53**
(nº/ha)	1,29	1,40	0,40	3,28*	1,34	3,80	1,26	1,60	0,57	1,72	1,53	0,33	0,22	2,69	1,92	3,77*	2,43	5,12**
Resíduo	20																	
TOTAL	29																	
(Kg/ha)	152,2	91,8	41,0	29,4	10,4	20,1	15,6	21,8	21,4	22,2	32,4	35,4	27,0	23,9	23,9	26,6	31,4	12,9
(nº/ha)	33,1	33,0	19,9	12,8	10,2	7,1	10,5	11,5	11,5	14,3	15,6	20,9	17,1	12,9	12,5	15,1	20,2	5,3
(Kg/ha)	11,72	24,70	222,76	650,70	722,45	1310,72	1109,44	994,23	621,12	355,21	450,11	470,75	592,77	921,41	826,21	562,57	103,58	22,199,95
(nº/ha)	1,34	1,74	5,05	7,05	10,03	14,58	14,54	14,05	11,55	9,47	6,52	6,53	10,32	12,33	14,40	11,55	6,37	44,32

teste de DUNCAN em relação aos fatores 1,0 e 1,2. O fato de não ter sido alcançado o efeito do excesso de água, apesar do fator 1,2 considerado, na prática, bastante elevado para a maioria das culturas, decorre talvez da condição particular do sistema de plantio em canteiros, possibilitando assim, uma drenagem natural no solo compreendido pela parte mais ativa do sistema radicular da planta. Deste modo, os dados somente indicaram o relacionamento linear para representar a curva de produção, sem ter sido alcançado o efeito do excesso de água na cultura.

Dentro do mesmo critério de análise, foram calculadas as eficiências de utilização da água na produção de frutos, cujos resultados são apresentados na Tabela 5. Os cálculos foram efetuados considerando que durante o experimento, realizou-se 48 irrigações com base na evaporação do tanque Classe A, e que durante este período, a precipitação total atingiu 231mm. Salienta-se também aqui, o tratamento referente ao fator de consumo 0,8, situado num plano elevado da eficiência de utilização da água e como responsável pelo maior valor de produção em g/planta e peso médio dos frutos.

Tabela 3 - Análise da variância da produção total de frutos em Kg/ha, com estudo de regressões polinomiais.

Análise da Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	5	25.223.421,35		
Tratamentos	(4)	(38.371.532,72)		
Regr. Linear	1	29.204.386,29	29.204.386,29	16,85**
Regr. Quadrática	1	3.587.750,99	3.587.750,99	2,07
Regr. Cúbica	1	1.855.868,32	1.855.868,32	1,07
Regr. 4º Grau	1	3.723.527,10	3.723.527,10	2,15
Resíduo	20	34.669.715,72	1.733.485,78	
TOTAL	29	98.264.669,81		

Tabela 4 - Análise da variância do número total de frutos por ha (transformado $\sqrt{x + 0,5}$) com estudo de regressões polinomiais.

Análise da Variação .	GL	SQ	Qm	F
Blocos	5	52,121		
Tratamentos	(4)	(118,135)		
Regr. Linear	1	96,569	96,569	16,73**
Regr. Quadrática	1	16,371	16,371	2,84
Regr. Cúbica	1	0,352	0,352	0,06
Regr. 4º Grau	1	4,843	4,843	0,84
Resíduo	20	115,416	5,770	
TOTAL	29	285,674		

Tabela 5 - Produção de frutos por unidade de água aplicada.

Fator de Consumo.	Irrigação		Lâmina total cm (*)	Eficiência g/planta/cm H ₂ O	Produção g/planta	Peso Médio do fruto (g)
	m ³	cm				
0,4	21,23	44,23	67,33	3,34	225,0	4,72
0,6	32,08	66,83	89,93	2,59	233,3	4,51
0,8	43,12	89,93	112,93	2,57	290,5	4,92
1,0	53,69	111,85	134,95	1,94	261,9	4,45
1,2	64,75	134,90	158,00	1,82	288,4	4,85

(*) Incorporando uma precipitação de 23,1 cm.

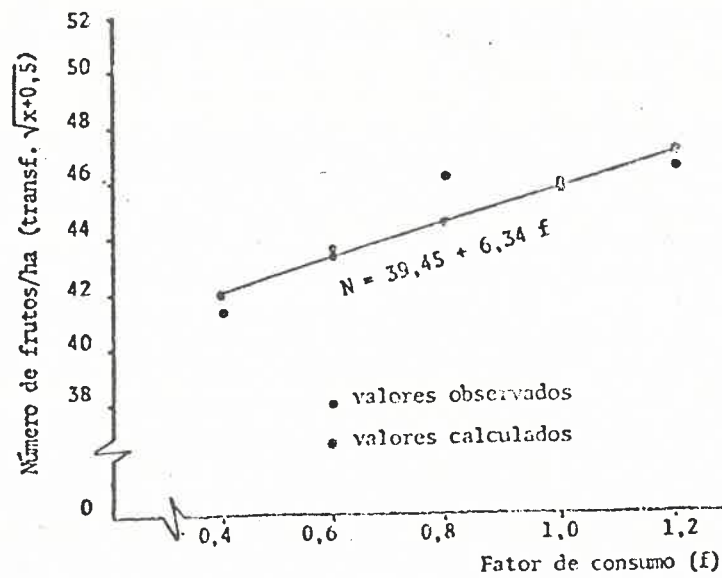
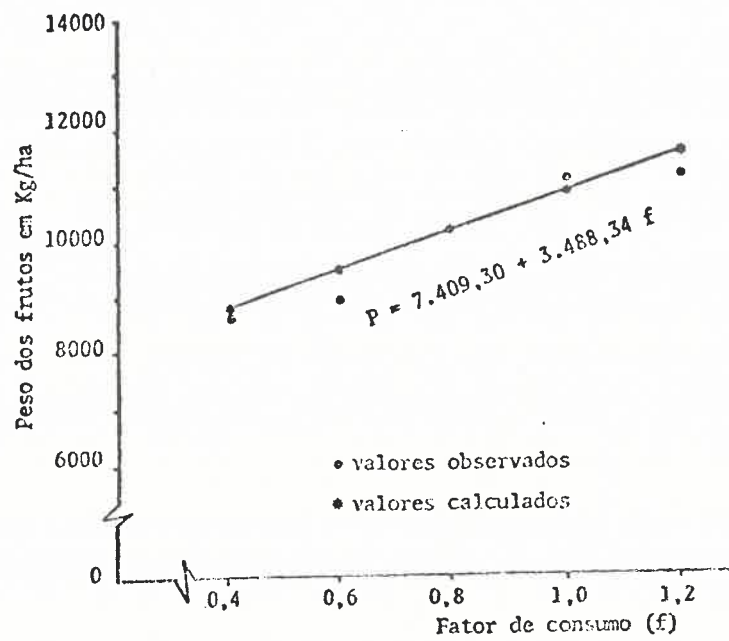


Figura 2 - Curvas da produção em peso e número de frutos por ha para a cultura do morango.

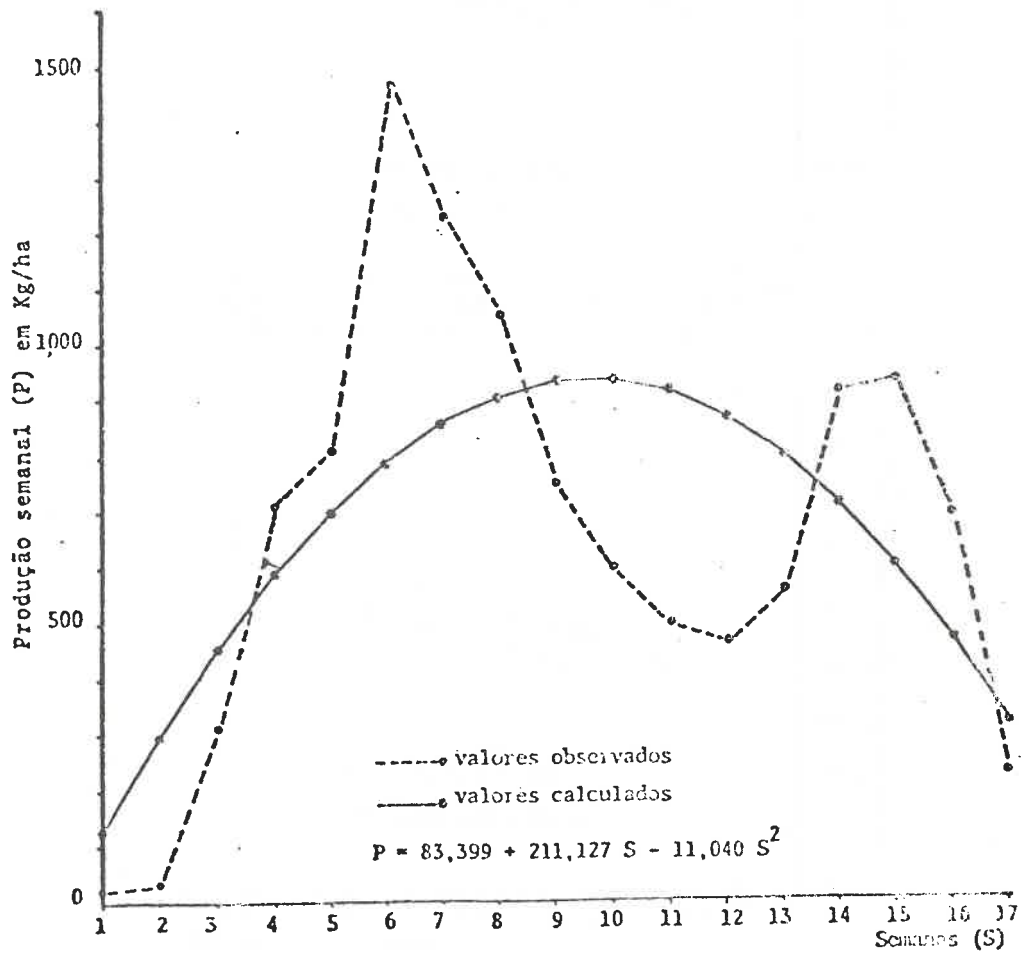


Figura 3 - Curva da produção de frutos em Kg/ha.

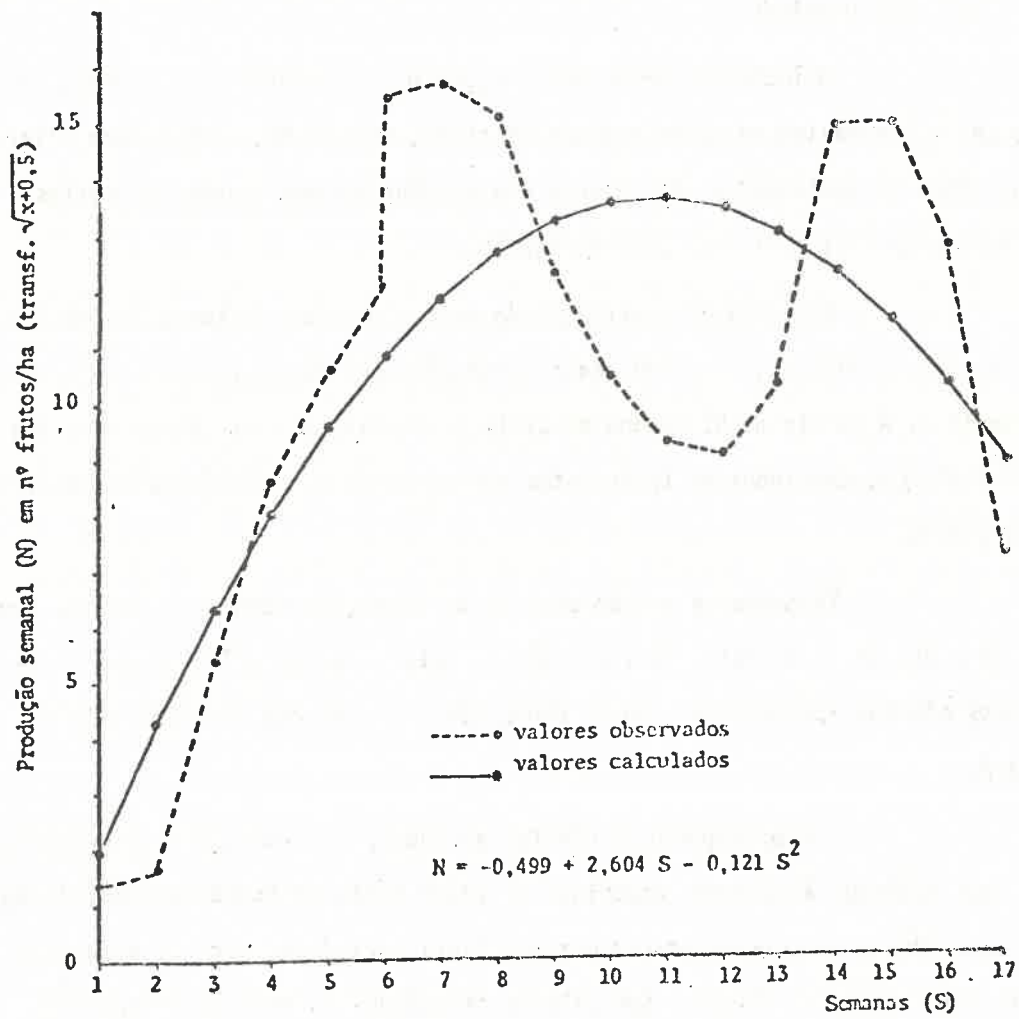


Figura 4 - Curva da produção semanal em número de frutos por ha.

A variação na produção e número de frutos colhidos semanalmente durante o ciclo da cultura do morango, são apresentados nas figuras 3 e 4, respectivamente, para os dados médios obtidos nas parcelas do tratamento 3.

O estudo do desenvolvimento vegetativo, através da determinação dos valores de produção de matéria seca, índice de área foliar e peso médio dos frutos durante o ciclo produtivo da cultura, é apresentado nas Figuras 5 a 7. Em todas as figuras nota-se uma alternância das curvas, sem uma contribuição mais clara para o estudo.

O índice de área foliar segue um desenvolvimento normal, atingindo seu valor máximo na parte mediana do ciclo, mostrando, também, uma alternância entre os tratamentos. Não ocorre uma evidência maior devido as várias quantidades de água aplicadas pela irrigação.

Com relação a variação do peso médio dos frutos colhidos durante o ciclo produtivo, é salientada as produções iniciais, especialmente no tratamento 4. A partir da 5ª semana do ciclo produtivo, a variação no peso dos frutos é mínima, com todos os tratamentos concentrando-se numa faixa ao redor de 5,0 gramas.

Procurou-se também avaliar as condições quantitativas dos frutos produzidos em cada tratamento, através de determinações químicas que elucidassem os efeitos apresentados, cujos dados são apresentados resumidamente na figura 8.

Enquanto que o pH não foi afetado pelas variações na quantidade de água aplicada à cultura, assumindo um valor médio em torno de 3,63, os valores da acidez e do Brix mostraram uma tendência para decrescer com o aumento da quantidade de água aplicada. Nos valores calculados da relação Brix/acidez ocorreu uma variação mínima entre os tratamentos, que deverá ser pouco acentuada degustativamente. Entretanto, salienta-se o tratamento 3, apresentando o maior valor nesta relação, fato que irá favorecer um pouco as características de sabor do fruto, enquanto que situa-se num plano mediano em relação aos outros fatores determinados, cujos valores médios compreenderam 3,63; 1,10 e

8,41, respectivamente para o pH, acidez e Brix. Deste modo, os resultados indicaram, praticamente, a mesma qualidade para os frutos colhidos no experimento, com uma pequena evidência para o tratamento referente ao fator de consumo 0,8 em relação à evaporação do tanque Classe A.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no experimento aqui descrito e discutido, e nas condições locais de clima e solo, pode-se concluir que o controle da irrigação por gotejamento, através da evaporação do tanque Classe A utilizando um fator 0,8 mostrou-se bastante adequado para a cultura do morango (*Fragaria sp.*).

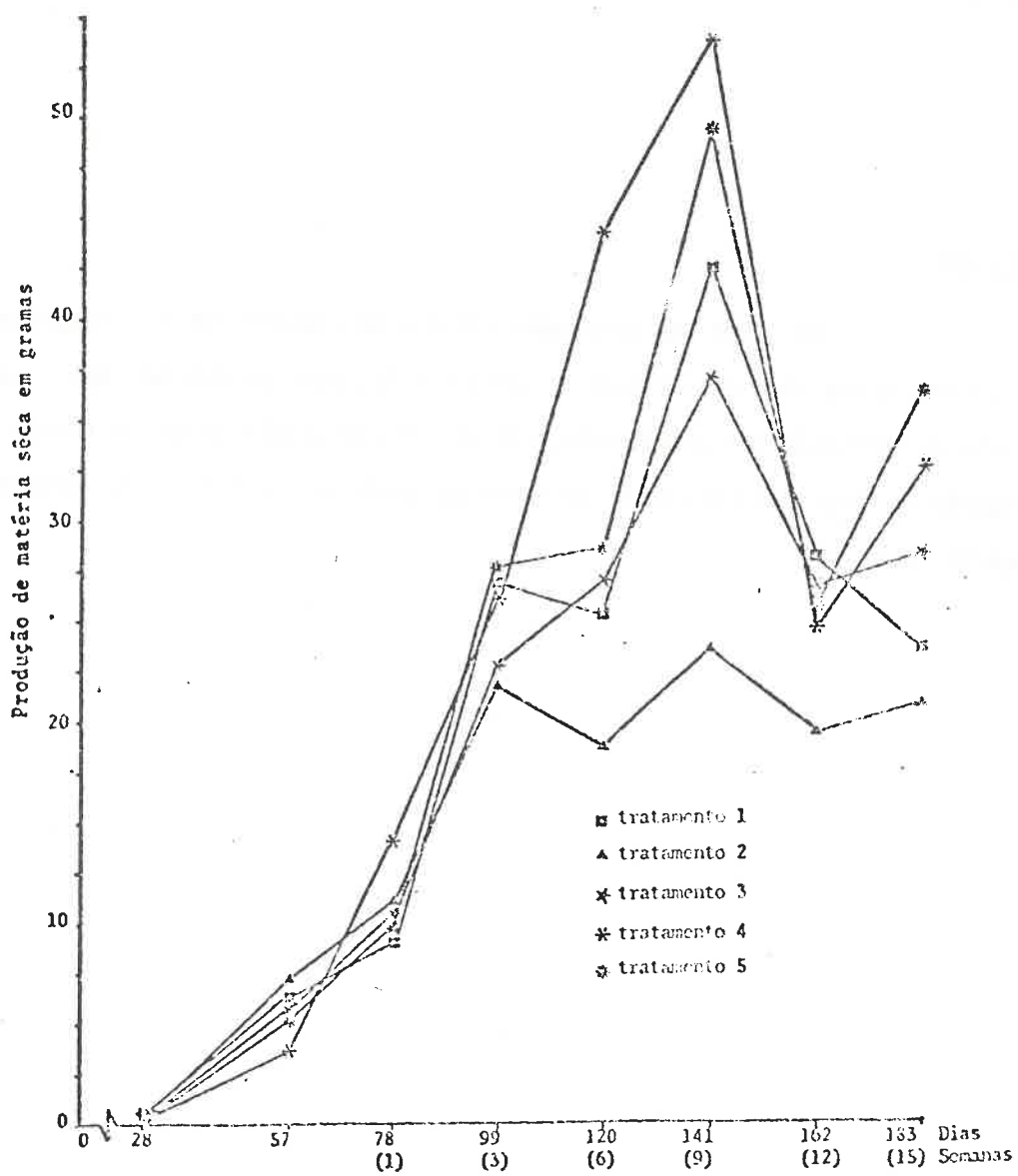


Figura 5 - Produção de matéria seca (parte aérea).

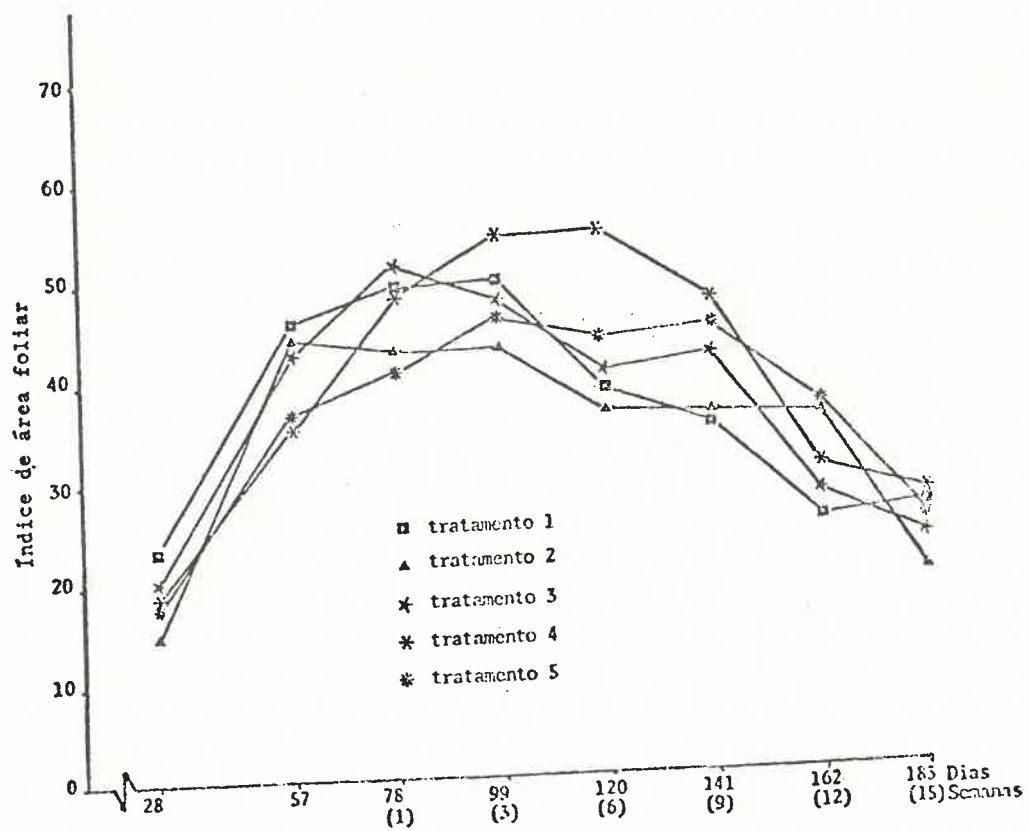


Figura 6 - Índice de área foliar.

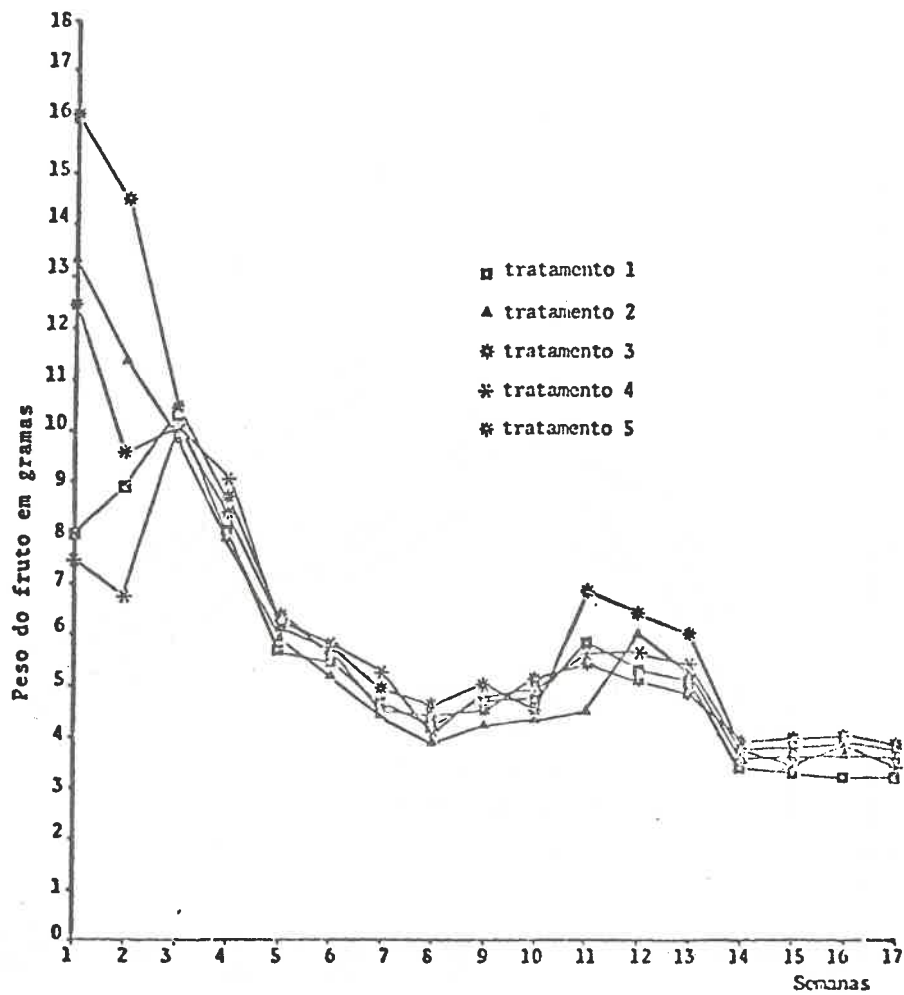


Figura 7 - Peso médio dos frutos durante o ciclo produtivo da cultura de morango

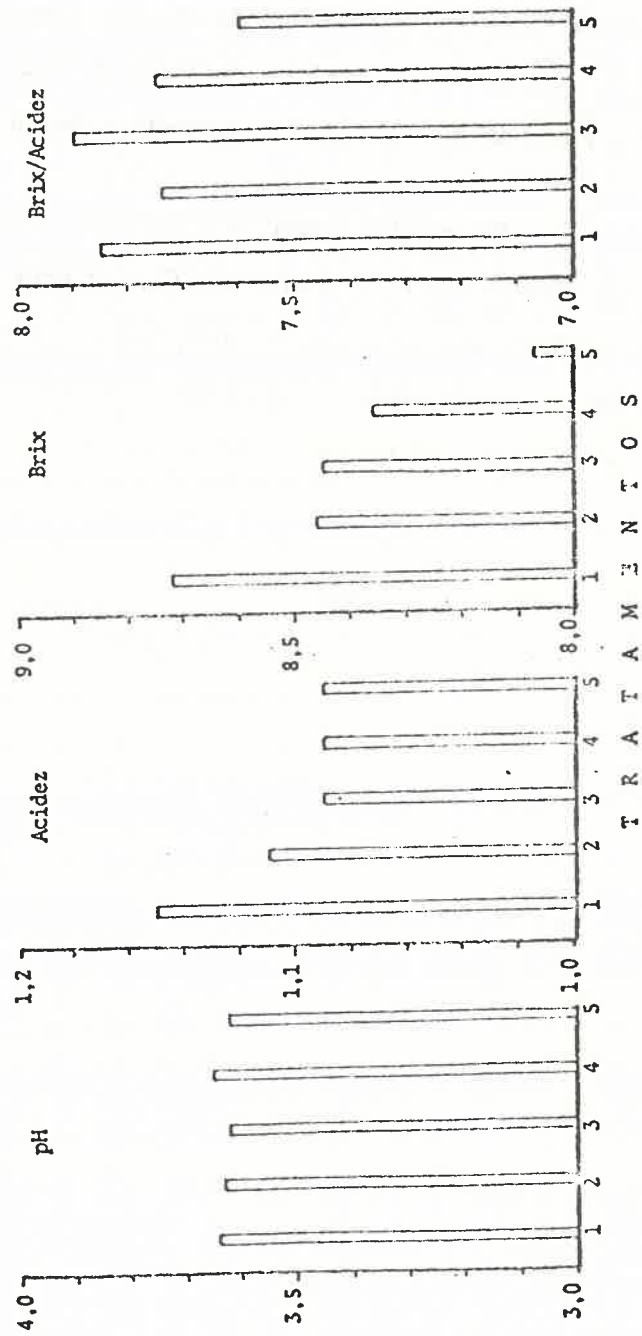


Figura 8 - Valores médios de pH, acidez, Brix e relação Brix/acidez para cada tratamento do experimento.

SUMMARY

This research was conducted in the Horticulture Experimental Field, of the "Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", having as main purpose, the determination of an adequate irrigation management for the best plant growth and yield production, based on the Class A pan evaporation factor irrigation control.

The results showed that the Class A pan evaporation factor 0,8 gave the greater fruit yield with a efficient drip irrigation control. There was no clear evidence among the different water quantities treatments, in the study of the growth relationships during the crop season, as well as, in the chemical qualities of the strawberries fruits.

LITERATURA CITADA

- 1) CAMARGO, L.S., 1973. Instruções para a cultura do Morangueiro. São Paulo, Secretaria da Agricultura. Instituto Agronômico de Campinas. 32p. (Boletim 29).
- 2) CARRIJO, O.A., 1980. Manejo da Irrigação por Gotejamento em Duas Cultivares de Alho (*Allium sativum*, L). Piracicaba, ESALQ/USP, 96p. (Tese Mestrado).
- 3) COELHO, M.B., A.F. OLITTA e J.P. ARAUJO, 1978. Influência dos Métodos de Irrigação por Sulcos e Gotejo na Cultura do Melão. In: Anais do IV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, ABID, Salvador, BA, 19p.
- 4) COMISSÃO DE SOLOS DO SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISA AGRONÔMICA, 1960. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 634p. (Boletim R).
- 5) DAVILA, F.M., 1978. Consumo de Água por las plantas com Riego por Goteo. Mexico, Secretaria de Recursos Hidráulicos. 115p. (Memorandum Técnico, 383).
- 6) DEMETRIO, V.A. e R. SCARDUA, 1979. Efeitos da Água do Solo e Temperatura Ambiente no Rendimento Agrícola da Cana de Açúcar. In: I Encontro da Sociedade de Técnicos Açucareiros do Brasil, Maceió, Al, 25p.
- 7) GOLDBERG, D.B., B. GORNAT and D. RIMON, 1976. Drip Irrigation: principles design and agricultural practices. Israel, Drip Irrigation Scientific Publications. 296p.

- 8) LOCASCIO, S.J. and J.M. MYERS, 1975. Trickle Irrigation Fertilization Method for Strawberries. Proc. Fla. State Hort. Soc. Deland, Fla., 88 : 185-189.
- 9) LOCASCIO, S.J., J.M. MYERS and F.G. MARTIN, 1977. Frequency and Rate of Fertilization with Trickle Irrigation for Strawberries. J.Amer. Soc. Hort. Sci.: St Joseph, MI 102 (4) : 456-458.
- 10) MINAMI, K. e A.F. OLITTA, 1975. Influência da Cobertura do Solo na Cultura do Morango (*Fragaria sp.*). O Solo. Piracicaba, 67 : 31-34.
- 11) OLITTA, A.F. e K. MINAMI, 1974. Irrigação por gotejo em Morango. Anais da E.S.A. Luiz de Queiroz. Piracicaba, 31 : 713-720.
- 12) OLITTA, A.F., V.R. SAMPAIO e D. BARBIN, 1979. Estudo da Lâmina e Frequência da Irrigação por Gotejo na Cultura do Figo. O Solo. Piracicaba 71 (2) : 9-22.
- 13) OLITTA, A.F., 1978. Os Métodos de Irrigação. São Paulo, Livr. Nobel Editora. 267p.
- 14) OLIVEIRA, C.A.S., 1978. Hidráulica de Gotejadores e Linhas Laterais para Irrigação por Gotejamento. Viçosa, MG. 72p. (Tese de Mestrado).
- 15) OLIVEIRA, C.A.S., O.A. CARRIJO, A.F. OLITTA, N.V. dos REIS e R.R. FONTES, 1979. Irrigação por Gotejamento e Fertirrigação com Nitrogênio e Potássio em Tomateiro. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campina Grande, Pb. 11p.

- 16) RANZANI, G., O. FREIRE e T. KINJO, 1966. Carta de Solos do Município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP. 85p.
- 17) SCARDUA, R. e J.A.G.C.SOUSA, 1976. Comportamento da Cultura da Cana de Açúcar Irrigada por Gotejamento. Brasil Açucareiro, R. Janeiro. 87 : 273-284.
- 18) SCARDUA, R., J.A.G.C.SOUSA e J.MORETTI, 1978. Irrigação por Gotejamento na Cultura da Cana de Açúcar. In: Anais do IV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, ABID. Salvador, BA, 26p.
- 19) VOTH, V., 1970. Evaluation of an Experimental Strawberry Bed-Top Irrigation System. In: Proceedings of Drip Irrigation Seminar, Escondido California p. 17.18.

IV SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE RIEGO POR GOTEO

EL SENTIDO CONSERVACIONISTA CON EL APROVECHAMIENTO
DE LA MICROIRRIGACION

BARQUISIMETO, 1981

EL SENTIDO CONSERVACIONISTA CON EL APROVECHAMIENTO DE LA MICROIRRIGACION

Por: Ing° Agr° Omar Aponte Carmona*

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental presentar, con características de proposición, una alternativa de fácil ejecución y de gran utilidad en lo que a conservación de los recursos naturales renovables respecta: aprovechamiento del agua que expelen los aparatos de aire acondicionado como microirrigación.

Consta de cinco capítulos: el primero presenta unas consideraciones generales, el segundo un cuerpo de objetivos: generales y específicos, el tercero la proposición de la alternativa, su justificación, experiencias adquiridas, el cuarto, algunas de las evidencias observadas y el quinto las recomendaciones.

Los planteamientos aquí formulados tienen como apoyatura por una

* Profesor de Riego y Drenaje, Escuela de Agronomía de la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (UCLA).

parte, la bibliografía básica consultada, en lo que a Sistema de Riego por Goteo y a Conservación de Recursos Naturales Renovables se refiere y por la otra, las observaciones y las experiencias adquiridas en el aforo realizado, al caudal de agua expulsada, por algunos aparatos de aire acondicionado.

CONSIDERACIONES GENERALES

Siendo el agua uno de los recursos naturales renovables más importantes, por constituir un elemento imprescindible para satisfacer las necesidades: agropecuarias, industriales y de uso común, mundialmente se han realizado numerosos estudios hidráulicos tendientes a su aprovechamiento y por ende a su conservación. En Venezuela se han emprendido significativos proyectos al respecto, donde distintos organismos e instituciones han tratado de coordinar esfuerzos y de encarar con objetividad el problema de conservación y aprovechamiento de nuestras aguas. Acerca de este planteamiento en el artículo titulado "El Estado y la Conservación de los Recursos Naturales Renovables" se señala que

...para lograr la debida utilización de los recursos naturales renovables es necesario integrar un plan de acción que sea el resultado del trabajo coordinado de la gestión pública y privada -para el - aprovechamiento y manejo de los recursos hidráulicos que evite la dispersión de esfuerzos en los programas de acción que llevan a cabo los distintos organismos oficiales responsables del aprovechamiento del recurso...¹.

Es de hacer notar que el país aún cuenta con un buen potencial

¹ ALTUVE GONZALEZ, Néstor. Primera Asamblea Nacional de Conservación de los Recursos Naturales Renovables. Caracas, 1963.

hidráulico, no obstante, dichos organismos e instituciones encargadas de preservar y proteger los recursos naturales, han emprendido, como se dijo antes, significativos proyectos, a tal punto que hoy se habla del proyecto de tratamiento de aguas negras, sobre este aspecto, MARAVEN ha delineado su política conservacionista y ha programado las construcciones de plantas con esa finalidad. Actualmente, esa empresa "dotó con estas instalaciones los Centros Bachaquero, Tía Juana y las Morochas en la costa oriental del lago. Cada planta puede procesar hasta 15 mil metros cúbicos de agua potable por día para surtir del precioso líquido a poblaciones menores de 50 habitantes"².

El proyecto descrito, al igual que otros, es sumamente importante para el desarrollo conservacionista del país, lo que justifica la dedicación y atención que le han prestado los organismos competentes, a este tipo de programación. Esta realidad, a pesar de su relevancia, ha influido notablemente en el hecho de que en nuestro país se esté acostumbrado a diseñar programas de aprovechamiento de agua, en proporciones descomunales, olvidándose que para "conservar y racionalizar el uso del recurso"³ se deben incluir también, entre los planes de acción, formas sencillas de su aprovechamiento. (Ver Capítulos II y III).

² DIARIO EL IMPULSO. Página Información C-9. Barquisimeto, sábado 30 de mayo de 1981.

³ V PLAN DE LA NACION. P. 170. Gaceta Oficial N° 1860. Extraordinario de 11 de marzo de 1976.

OBJETIVOS

Generales:

- Informar a los organismos competentes sobre la necesidad de planificar el aprovechamiento del agua, no solo a nivel de grandes proyectos, sino también a nivel de pequeñas obras que redunden en positivos aportes al proceso conservacionista.
- Crear conciencia acerca de la necesidad que tiene el país de aprovechar al máximo el agua, a fin de garantizarle un aceptable abastecimiento a las generaciones futuras.
- Incentivar a todas aquellas personas interesadas a que aprovechen cualquier circunstancia natural o artificial que se dé en el ambiente que la rodea, con propósitos conservacionistas.

Específicos:

- Presentar una alternativa sencilla de aprovechamiento del caudal de agua que expulsan los aparatos de aire acondicionado.
- Señalar como en algunos sitios donde fue canalizado el caudal de

agua que expulsan los aparatos de aire acondicionado se logró su debido aprovechamiento.

- Proponer recomendaciones que sirvan de guía a los Organismos e Instituciones competentes, para la puesta en marcha del presente trabajo.

PROPOSICION Y JUSTIFICACION DE LA ALTERNATIVA EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS

PROPOSICION

Aprovechamiento del agua que expulsan los aparatos de aire acondicionado como microirrigación.

JUSTIFICACION

La proposición de esta alternativa se hace por dos razones fundamentales:

Primero, porque tomando en cuenta que "El desarrollo armonioso del país requiere el uso racional de sus recursos naturales...entre ellos, el agua...⁴ es inconcebible que se esté desperdiciando el caudal de ésta expelido por los aparatos de aire acondicionado.

Segundo, porque aprovechar el agua, que estos expulsan, como micro-

⁴ V PLAN DE LA NACION. Op. Cit. p. 169.

irrigación localizada no es tarea difícil, sólo requiere de un gran sentido conservacionista.

EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS

- Por aforo a los aparatos que sirvieron de muestra para los efectos de este trabajo se llegó a determinar que ellos expulsan entre 2 y 13 litros de agua por hora. (Ver figuras 1 y 2).
- De acuerdo con la revisión bibliográfica se llegó a observar que "en la mayoría de los goteros...la proporción de descarga...varía generalmente entre 1,514 y 8,327 litros de agua por hora"⁵.

Como se puede observar, el aforo del caudal de agua expulsada por los aparatos, oscila entre los datos recopilados a través de las informaciones documentales, esta comparación ratifica una vez más la proposición y la justificación de la alternativa planteada.

⁵ El Riego por Goteo. P. 3. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Memorandum Técnico 263, México, 1968.

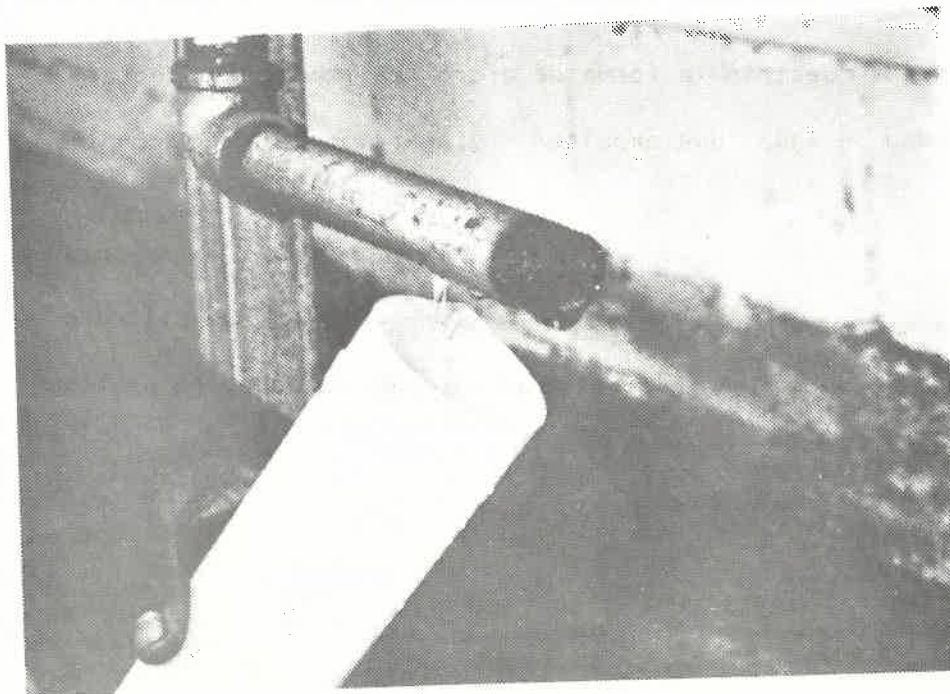


Figura 1



Figura 2

Estas figuras muestran la forma de aforo realizada, para determinar la cantidad de agua, que expulsan los aparatos de aire acondicionado.

Obsérvese que para los efectos de este aforo se usó un cilindro graduado, a través del cual se precisó el volumen de agua, en un tiempo determinado.

EVIDENCIAS OBSERVADAS

Este capítulo muestra las evidencias observadas sobre el aprovechamiento del caudal de agua expulsado por algunos aparatos de aire acondicionado, instalados en diferentes sitios de la ciudad.



Figura 3

Esta figura tiene como marco referencial una avenida de la localidad. En ella se observa:

- Por una parte, los hoyos que se encuentran a lo largo de la acera, donde presumiblemente fueron sembradas plantas ornamentales, que por no habersele dado el mantenimiento necesario, hoy ya no existen.

- Por la otra, el crecimiento adquirido por un árbol ubicado en la misma acera, que, a través del encauce hecho al agua expedida por tres aparatos de aire acondicionado, recibió el suplemento de agua en forma continua, necesario para su desarrollo (Véase en las siguientes figuras las conexiones realizadas en los tres aparatos de aire acondicionado, para los efectos del encauce del agua).

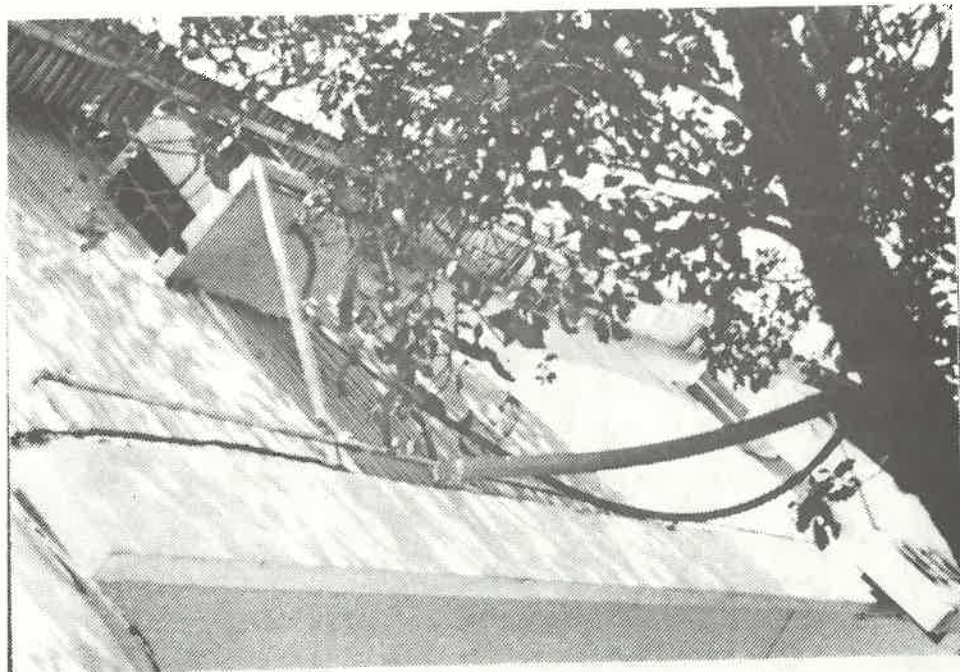


Figura 4



Figura 5

Estas dos figuras son elocuentes. Ellas reflejan no sólo las conexiones realizadas, sino también lo sencillo, práctico y provechoso que significa hacerlas.

Las figuras que se presentan a continuación tienen como escenario un jardín de un instituto de Educación de la localidad.



Figura 6

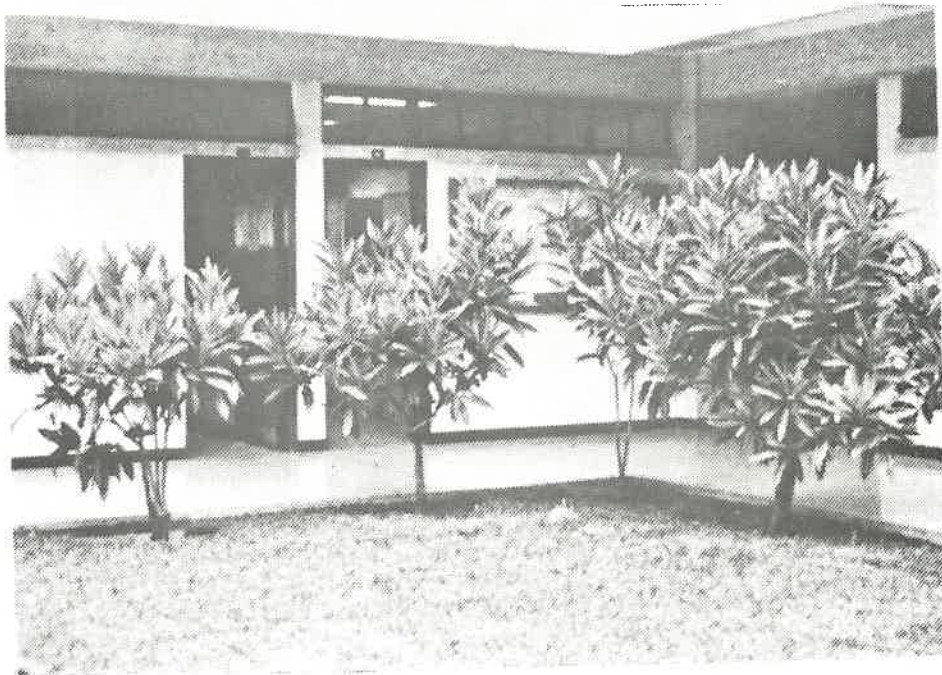


Figura 7

Obsérvese que las plantas ornamentales sembradas en ese jardín, difieren en cuanto a su crecimiento: las más desarrolladas son las que a parte de recibir agua por otros medios, adquieren por intermedio del aparato de aire acondicionado instalado cerca de ese sitio, una suplencia de agua continua, a diferencia de las que se encuentran distantes, que por no recibir ese suplemento continuo, su crecimiento es inferior.

Nótese en esta figura el charco que ha dejado en la superficie del suelo, el agua expulsada por un aparato de aire acondicionado.



Figura 8

La explicación en detalle de la medida del charco reflejada en la figura y de la medida del bulbo de humedecimiento, en el perfil del suelo se hará a través de un diagrama (Ver anexo 1).

No en todas las experiencias observadas se pudo detectar lo descrito anteriormente (Véase figuras 9 y 10).



Figura 9

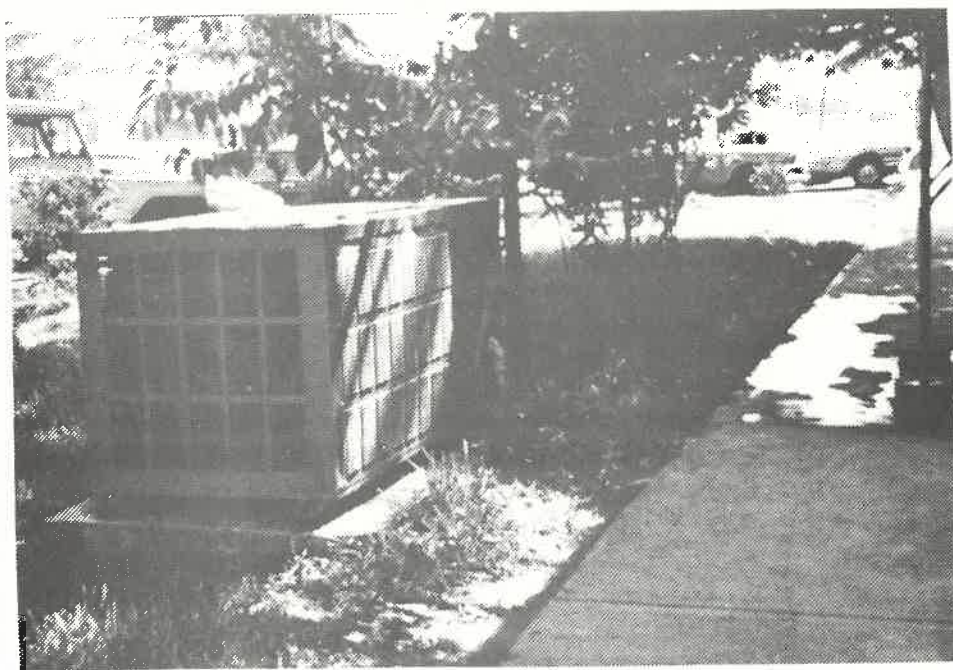


Figura 10

El agua expulsada por el aparato de aire reflejado en estas figuras, se desperdicia por no habersele dado la debida canalización.

Si el tubo de drenaje hubiera sido llevada hacia el jardín, el agua expulsada, que es de 13 litros por hora, en vez de estar inundando la acera, se estuviera aprovechando en el riego del mismo.

RECOMENDACIONES

Pudiéndose utilizar el caudal de agua expulsado, por los aparatos de aire acondicionado, como microirrigación localizada en áreas pequeñas, se recomienda a los organismos competentes:

- Empezar trabajos más detallados sobre el tema tratado.
- Programar actividades tendientes al logro de los objetivos aquí formulados.
- Realizar "campañas concientizadoras", a través de los medios de comunicación social, acerca de la utilidad que se le pueda dar al agua expelida por los aparatos de aire acondicionado en jardines o huertos familiares.
- Continuar evaluando bulbos de humedecimiento, productos del agua expulsada por los aparatos de aire, y el tipo de suelo donde ellos se han formado.
- Divulgar y distribuir este estudio a todas aquellas entidades encargadas de labores conservacionistas.

BIBLIOGRAFIA

ALTUVE GONZALEZ, Néstor. Primera Asamblea Nacional de Conservación de los Recursos Naturales Renovables, Caracas, 1963.

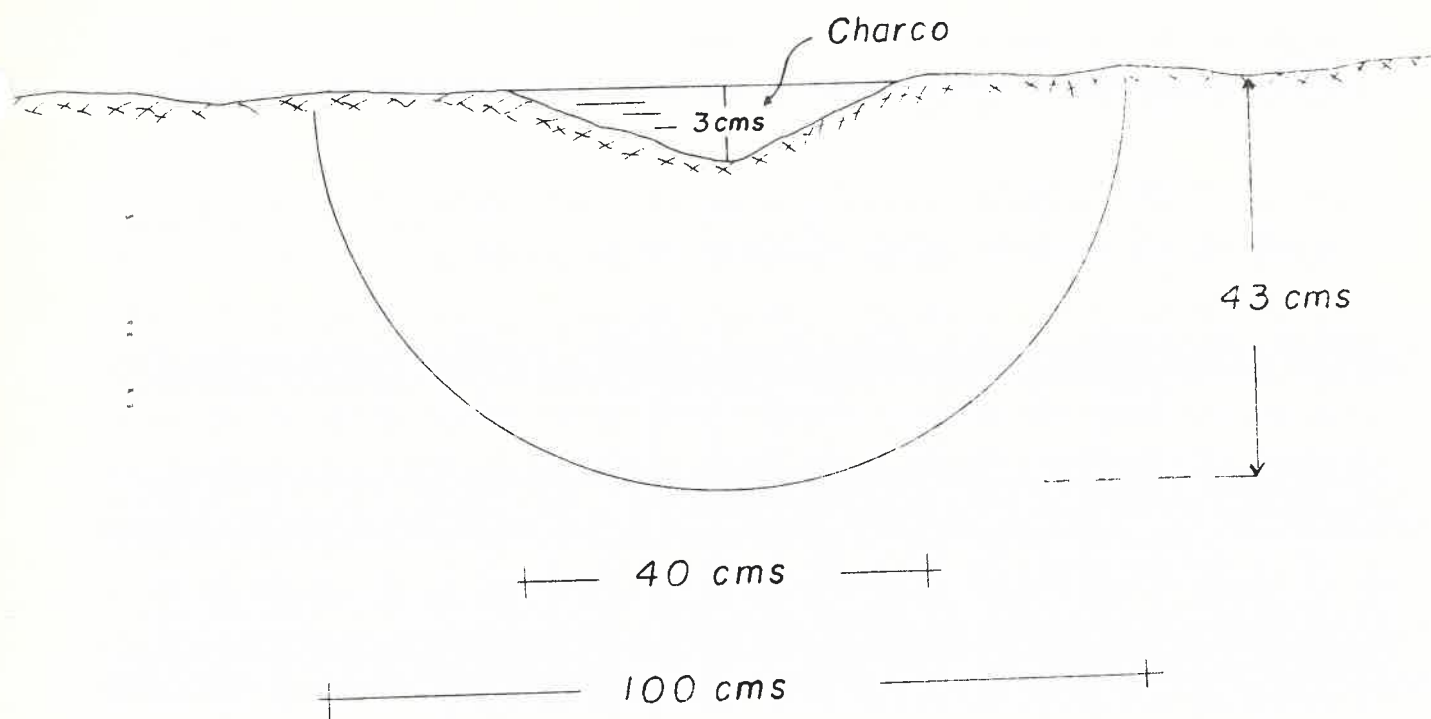
DIARIO "EL IMPULSO". Pág. Información C-9. Barquisimeto, sábado 30 de mayo de 1981.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS. El Riego por Goteo, p. 3, Memorandum Técnico 263, México, 1968.

SUBSECRETARIA DE AGRICULTURA Y OPERACION. Manual de Construcción y Operación de Invernaderos Familiares para la Producción de Hortalizas con Riego por Goteo, Memorandum Técnico N° 378, México, 1978.

Anexo nº1

Bulbo de humedad formado por el agua expelida por uno de los aparatos de aire acondicionado



RESPUESTA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A TRES METODOS DE SIEMBRA Y RIEGO BAJO CONDICIONES COMERCIALES DE SIEMBRA Y RIEGO

Por: Fernando Holguin A. - Ricardo Franco A. - Oscar López M.

INGENIO MAYAGUEZ, CANDELARIA, VALLE COLOMBIA

RESUMEN

El presente ensayo se llevó a cabo en el Ingenio Mayaguez, localizado sobre la terraza media del Valle geográfico del Rio Cauca, en el municipio de Candelaria, a una Latitud de $3^{\circ} 31'$ N, Longitud de $76^{\circ} 19'$ W y a una Altura de 1093 m.s.n.m.

La temperatura promedio es de 24°C y con una precipitación media de 1.200 mm. anuales. El principal objetivo fué el de evaluar el sistema de Riego por Goteo, tomando como patrón de comparación los sistemas de Riego por Gravedad y de Aspersión con cañones gigantes. Se utilizó la variedad MZC 74-275. El ensayo se realizó en suelos de la serie Palmira de texturas arcillo limoso y con pH de 7.2

Se estudiaron además, tres distancias de siembra para el sistema de Riego por Goteo, población, rata de crecimiento total hasta la cosecha, producción obtenida y milímetros de agua total aplicados para cada sistema.

Los milímetros totales de agua aplicados durante el cultivo mostraron el Riego por Goteo como el de mayor significado en el ahorro de agua así como su más bajo costo de aplicación.

La mayor producción en toneladas de caña por hectárea correspondió al Riego por Gravedad seguido por el Riego por Goteo en el sistema de surco sencillo. La mayor producción de azúcar correspondió a Riego por Gravedad y al Riego por Goteo en la modalidad de surco triple.

Mejores resultados en este ensayo se podrían obtener en suelos de textura liviana.

RESPUESTAS DE LA CAÑA DE AZUCAR A TRES METODOS DE SIEMBRA Y RIEGO BAJO CONDICIONES COMERCIALES EN EL INGENIO MAYAGUEZ.-

por: Fernando Holguín I.A., Gerente de Campo.
 Oscar López I.A., Jefe del Departamento de Riegos.
 Ricardo Franco I.A., Jefe del Departamento de Suelos y Variedades.

1. INTRODUCCION.

El presente ensayo se llevó a cabo en el Ingenio Mayaguez, fundado hace 42 años; se encuentra localizado sobre la Terraza media del Valle Geográfico del Río Cauca, en el Municipio de Candelaria, a una altura de 1.093 Mts., sobre el nivel del mar.

La temperatura es de 24°C y el promedio de precipitación anual es de 1.200 mm. aproximadamente.

La molienda actual es de 1.150.000 toneladas de caña, para una producción estimada de 2.500.000 quintales de azúcar por año, de 50 kg. cada uno.

Al cosechar y moler Caña de Azúcar durante todo el año, damos empleo permanente a 1.900 personas. El área sembrada en Cañales es de 9.100 Ha. distribuidas en la siguiente manera:

Tierras propias	2.628	Has. = 28.8 %
Tierras alquiladas	267	Has. = 3.0 %
Ctas./Participación	1.563	Has. = 17.2 %
Tierras bajo contrato y compra-venta	4.642	Has. = 51.0 %

La distribución de las Variedades Comerciales plantadas y controladas por el Ingenio es la siguiente:

CP 57-603	7.280,3	Has. = 80.0 %
POJ 28-78	937,4	Has. = 11.0 %
CP 59-73	383.5	Has. = 4.0 %
Otras	498.8	Has. = 5.0 %

El recurso Agua es un insumo costoso y escaso, por esta razón el riego en sí es caro, situación que se agrava por la irregularidad en la distribución de las lluvias, lo que -- hace que se tenga que regar mucho más la caña, si se quieren obtener buenas producciones. Lo anterior lleva a la -

búsqueda de nuevos métodos y técnicas de riego, que sean más eficientes en el uso del agua.

Fue Mayaguez el primer Ingenio que introdujo a nivel comercial el empleo del Riego por Aspersión y el primero en mecanizar totalmente el alce de Caña; es el único que en la actualidad tiene su propio programa de Variedades, que comprende: Introducción, Selección y Obtención de -- ellas, a partir de cruzamientos.

Lo anterior es una muestra de que su política ha sido y seguirá siendo siempre, la de investigar nuevos métodos de cultivo tendientes al incremento de la producción de caña y de azúcar, disminuyendo los costos de ellas.

En este orden de ideas, se estableció a nivel experimental/comercial, el primer ensayo en Colombia sobre Riego por Goteo en Caña de Azúcar, con el objeto de obtener -- bajo condiciones de nuestro medio los parámetros necesarios para evaluar los costos de la instalación, operación y respuesta del cultivo, tanto en producción de Caña -- como de Azúcar y finalmente la rentabilidad del sistema.

2. OBJETIVOS.

El principal objetivo fue el de evaluar el Sistema de -- Riego por Goteo, tomando como patrón de comparación los sistemas de Riego por Gravedad convencional y Riego por Aspersión con cañones gigantes.

3. MATERIALES Y METODOS.

1) Variedad: La variedad utilizada en ensayo fue MZC 74-275.

2) Suelos: El ensayo se encuentra realizado en suelos de la Serie PL. Las propiedades físicas y químicas presentan el siguiente detalle:

Véase el Cuadro N° 1 (anexo)

3) Sistema de Siembra y Riego: Se utilizaron tres sistemas de Siembra y Riego, así:

a. Sistema de Riego por Gravedad. Siembra en Surcos - Sencillo, distancia entre surcos 1,50 metros.

b. Sistema de Riego por Aspersión. Siembra en Surcos Sencillo, distancia entre surcos 1,50 metros.

c. Sistema de Riego por Goteo:

- c-1 Siembra en Surcos Sencillo: Distancia entre --
surcos 1,50 m.; las líneas de goteo van debajo
de cada surco a 0,20 m. de profundidad.
- c-2 Siembra en Surco Doble: Distancia entre surcos
de 0,70 m.; calles de 2,30 m.; distancia entre
líneas de goteo 3,0 m. Las líneas de Goteo --
van situadas en medio de los dos surcos y a --
0,20 m. de profundidad.
- c-3 Siembra en Surco Triple: Distancia entre surcos
de 0,70 m.; calles de 2,30 m.; distancia entre
líneas de goteo 3,70 m.- Las líneas de Goteo -
van colocadas en el surco del centro y a 0,20
m. de profundidad.

En cada uno de los tres sistemas de siembra de Riego --
por Goteo, se utilizaron las siguientes cantidades de --
manguera de doble cámara (Bi-Wall).

Surco sencillo:	22.243,6	Pies/Ha. =	100 %
Surco doble:	11.963,0	Pies/Ha. =	50 %
Surco triple:	8.901,0	Pies/Ha. =	40 %

El esquema de diseño de campo y de los sistemas de riego
y siembra, se ilustran en las siguientes figuras.

4. DISEÑO DE RIEGO.

Véase plano anexo.

5. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE RIEGO.

A. Sistema de Riego por Goteo.

A-1 Una estación central compuesta de:

- Manómetro manual de regulación de presión en -
las válvulas.
- Un inyector de cloro.
- Una bomba de presión.
- Un tanque de fertilizantes.
- Dos filtros de malla de arena.
- Un medidor de agua.

- Un pozo profundo con capacidad de 2.000 gpm, -- pero del cual se utilizan para este sistema 400 gpm.

A-2 Líneas de conducción de agua: Fabricadas en PVC , sus diámetros son: 6" - 4" - 2 1/2" - 2".

A-3 Líneas de doble cámara para distribución del agua (Bi-Wall). La cámara de mayor diámetro conduce - agua a 10 Lb./Pul.2 y la de menor diámetro que entrega el agua, lo hace a 1 Lb./Pul.2, para una -- capacidad de 1 Gal./Hr./orificio.

A-4 Elevadores con una longitud de 1.50 m. y 10 m/m - de diámetro, para paso de agua de las líneas de - conducción a las líneas de goteo.

La presión de trabajo del sistema oscila entre -- 6.5 y 10 Lb./Pul.2.

El sistema inyector de cloro previene los daños - de algas y bacterias en el sistema mediante la -- aplicación mensual de 1 ppm. de cloro.

B. Sistema de Riego por Aspersión.

B-1 Motor general tipo 471. Potencia 117 HP. 1800 rpm.

B-2 Bomba de presión Berkeley. 5 EERG.

B-3 Aspersor gigante Big-Gun P 200. Orificio de salida 2". Presión de trabajo 100 Lb./Pul.2. Diámetro húmedo 146 m. Lámina promedio aplicada / Hr.: 18 m/m.

B-4 Un tractor Ford 5000, que moviliza el equipo.

C. Sistema de Riego por Gravedad

Se empleó una pareja de hombres, que manejaba 126,2 - Lts./seg. los que distribuían esta cantidad de agua - en el campo, por los métodos convencionales utilizados.

NOTA:

1. En la estación central se encuentra un pluviómetro y un tanque de evaporación de clase A, elementos en -- común a los tres Sistemas de Riego.

2. Para cada Sistema de Riego establecido se colocaron un par de tensiómetros a profundidades de 0-30 y 30-60 cm. los que se utilizaron para la programación de los riegos, tomando las lecturas en ellos, como una medida in directa del contenido de humedad del suelo.
6. DATOS DE ALGUNOS INSUMOS UTILIZADOS EN CADA UNO DE LOS -- SISTEMAS DE SIEMBRA Y RIEGO.
7. VARIABLES ESTUDIADAS EN EL ENSAYO .
 - 7-1 Población en cada uno de los sistemas, expresada en:
 - a. Número de tallos/metro lineal.
 - b. Número de tallos/Mt².
 - c. Número de tallos/Ha.
(Véanse cuadros Nros. 2 y 3)
 - 7-2 Crecimiento total en cm. para cada sistema.
(Véase cuadro N°4).
 - 7-3 Rata de crecimiento en cm. para cada sistema.
(Véase cuadro N°5).
 - 7-4 Milímetros de agua aplicados para cada sistema.
 - a. Milímetros de agua por cosecha
 - b. Milímetros de agua por mes
 - c. Milímetros de agua por día
(Véase cuadro anexo N°6)
 - 7-5 Producción obtenida en caña y azúcar en cada sistema.
(Véase cuadro N°7).
 - 7-6 Costos en cada uno de los sistemas estudiados.
(Véase cuadro N°8).
8. RESULTADOS Y DISCUSION.
 - 8-1 Población en número de tallos:
 - a. Por metro lineal
 - b. Por metro cuadrado

en otras variedades comerciales sembradas, bien se pudiera pensar que podríamos disminuir cantidad de semilla a sembrar por unidad de área, en un 30 a 40% -- siempre y cuando para la siembra se utilice semilla de muy buena calidad y se le den a ésta las condiciones de humedad óptimas para lograr una buena germinación.

8-2 Crecimiento total en centímetros

Como lo muestran los cuadros y gráficos inherentes a esto, el mayor crecimiento correspondió al sistema de Riego por Goteo en dos tipos de siembra, siendo en orden descendente Surco Triple y Surco Sencillo; le siguen en su orden, Surco Sencillo Riego por Aspersión, Surco Doble y Surco Sencillo Riego por Goteo con igual crecimiento.

Obsérvese cómo el sistema que menor población tuvo en el momento de la cosecha fue el que obtuvo mayor crecimiento.

Si embargo, con ello no se quiere decir que se note una relación marcada entre una y otra variable.

8-3 Rata de crecimiento en centímetros cada quince días.

En el presente ensayo no se observó una relación estrecha o consistente, entre el total de milímetros de agua aplicada (riego más precipitación), el crecimiento total en centímetros y la rata de crecimiento cada quince días.

Lo que si se puede ver, fué que hubo un comportamiento similar en los tres sistemas, entre los seis y siete meses de edad de la caña, en donde se obtuvo la mayor rata de crecimiento promedio para ellos.

La menor rata de crecimiento correspondió a la lectura registrada, entre los 9.0 y 9.5 meses de edad de la caña.

La mayor rata de crecimiento registrada durante el desarrollo del cultivo tomando los sistemas individualmente la tuvieron, el de Riego por Aspersión a una edad entre 3.5 y 4 meses y el de riego por goteo entre 7.0 y 7.5 meses.

8-4 Milímetros de Agua Aplicados para cada Sistema.

Si consideramos que 1.800 mm. son suficientes para -- levantar un cultivo de caña y que cerca de un 70% cae por lluvias mal distribuidas, entenderemos la importancia que presenta el riego para suplir oportuna y -- adecuadamente el agua en el momento en que se necesite.

En la Gráfica N°1, podemos ver que a pesar de caer -- 1.342 milímetros en promedio para 8 años se presentan para estos mismos años marcados diferencias en meses de verano e invierno.

Observando la tabla N°6 podemos ver las láminas aplicadas por cosecha para cada tipo de riego el sistema de goteo presentó un promedio de 397.6 mil/cosecha, -- aspersión 423 mil/cosecha y gravedad 1914 mil/cosecha por la forma comercial como se llevó el ensayo aplicando riegos de acuerdo a los métodos convencionales del Ingenio, para las formas de aspersión y gravedad. Varía en tiempo de aplicación de acuerdo a la edad, -- para aspersión y fué igual para cada riego en gravedad.

No considerando la eficiencia de trabajo de cada sistema, no hubo diferencia como era de esperarse entre goteo y aspersión; presentándose apenas un 6.4% más -- consumido en aspersión.

Puede verse que al poder controlar la aplicación y -- distribución del agua, se puede reducir los milímetros /día respecto del uso consecutivo asumido de 5 m.m./día a 1.32 para goteo, 1.41 aspersión y 6.38 en gravedad; el valor resultante para riego por goteo podría llegarse a reducir a 1.0 mm/d sin alterar el desarrollo del cultivo.

Las gráficas N°2 y 3 presentan la distribución del -- agua aplicada por mes para cada sistema de riego.

Se vé claramente un marcado consumo para todos los -- sistemas en el primer trimestre de invierno y en edad que vá del 6 al 9 mes en que la planta forma la mayor parte del tallo.

8-5 Producción obtenida en caña y azúcar en cada sistema.

La mayor producción en toneladas de caña/Ha. Ton. Caña

/Ha/mes y kg. de azúcar/Ha/mes, se obtuvo en el riego por gravedad.

En el sistema de riego por goteo, surco triple, aunque fué el más bajo en Ton. Caña/Ha., obtuvo el 2do., puesto en producción de Azúcar/Ha./mes.

Comparados únicamente los tres sistemas de siembra en el riego por goteo, el sistema de surco triple fué el que mayor producción en Kg. A/Ha/mes registró.

Un aspecto importante a tener en cuenta es el de que la edad de corte más bajo en todos los sistemas fué - la del sistema de Riego por Gravedad, lo que contribuyó a que la variable Ton.Caña/Ha/mes fuera la superior y finalmente los kg A/Ha/mes fuesen los más altos.

Comparar estas producciones con las obtenidas en otros campos con la misma variedad y bajo condiciones de Riego por aspersión.

8-6 Costo del Riego para cada uno de los sistemas estudiados.

(Véase cuadro anexo N°8)

9. DATOS DE ALGUNOS INSUMOS UTILIZADOS EN CADA UNO DE LOS SISTEMAS DE SIEMBRA Y RIEGO EN LA HACIENDA BALSORA.

(Véase cuadro anexo N°9)

NOTAS:

1. La precipitación corresponde desde la siembra, hasta el momento en que se inició la cosecha en cada sistema.
2. El riego corresponde desde la siembra, hasta el momento en que éste fué suspendido, para iniciar la caña el proceso de maduración.
3. En los sistemas de Gravedad y Aspersión, la aplicación del fertilizante se hizo en forma manual y fraccionada, así:

53.925 kg/N/Ha, 40 días después de la siembra.

53.925 kg/N/Ha, 83 días después de la siembra.

En el sistema de riego por goteo, la aplicación del fertilizante se realizó con el equipo de riego, y en forma fraccionada así:

Balsora 16.02 y 16.03 (SS, SD y ST):

18.75 kg N/Ha, 33 días después de la siembra.
18.75 kg N/Ha, 69 días después de la siembra.
70,35 kg N/Ha, 110 días después de la siembra.

4. Se utilizó como fuente de Nitrógeno, Urea (46% N).

10. DATOS DE PRODUCCIONES OBTENIDAS EN OTROS CAMPOS CON LA -- MISMA VARIEDAD (MZC - 74-275), BAJO CONDICIONES DE RIEGO POR ASPERSION.

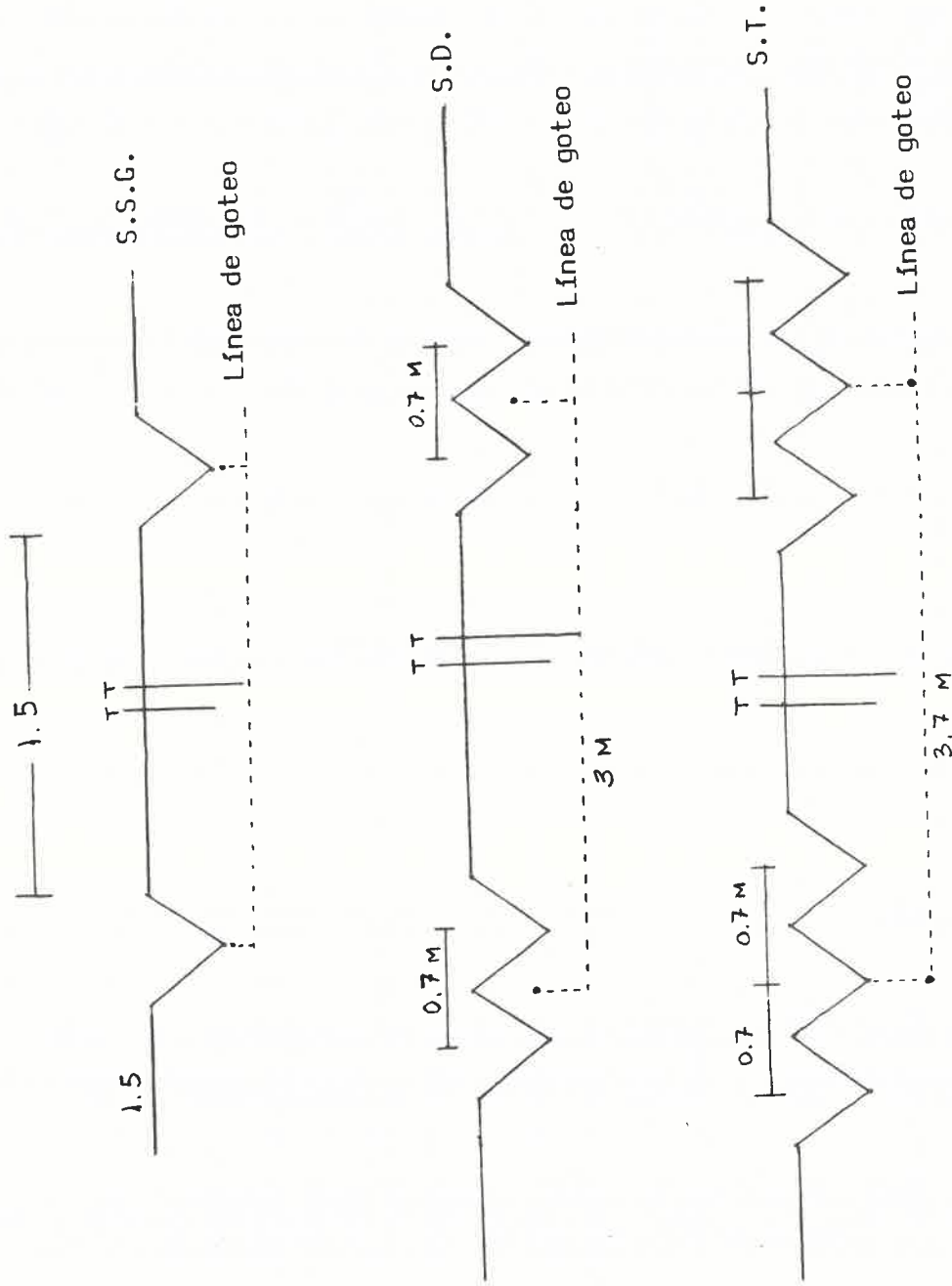
(Véase cuadro anexo N° 10)

NOTA : No se mencionan aquí producciones obtenidas en otros -- campos, por ser las áreas cosechadas pequeñas (varían - entre 1 y 4 Has.). Se tienen de esta variedad registros de 4 cortes.

CUADRO No. 1

LOTE	LOTE 2	LOTE 3	LOTE 4
Características			
Profundidad	0.40	0.40	0.40
Arena %	24.30	15.98	5.18
Arcilla %	35.48	41.22	46.82
Limo %	40.22	42.80	48.00
Textura	F. Arc.	Arc. L.	Arc. L
Profundidad	0.40	0.40	0.40
P.H.	7.6	7.2	7.1
Materia orgánica %	2.23	3.08	1.77
P. ppm	20.3	20.00	20.00
Cd.	11.6	12.00	13.6
Mg.	9.8	5.4	5.6
K.	0.27	0.30	0.37
Na.	0.32	0.25	0.25

Nº 4 - DISEÑO DE RIEGO



CUADRO No. 2

POBLACION EXPRESADA EN NUMERO DE TALLOS / METRO LINEAL (ML) METRO CUADRADO (M2) BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE SIEMBRA Y RIEGO.- VARIEDAD: MZC - 74-275

Edad Meses	Riego x Gravedad		Riego por Aspersión		Riego por Goteo					
	ML	Surco sencillo M2	ML	Surco sencillo M 2	ML	Surco sencillo M2	ML	Surco doble M2	Surco triple M2	
2.0	37.	24.6	24.	16.	34.	22.6	75.	25.	127.	34.3
3.0	72.	48.	49.	32.6	47.	31.3	90.	30.	107.	28.9
4.0	64.	42.6	51.	34.	38.	24.6	80.	26.6	110.	29.7
5.0	25.	16.6	24.	16.	19.	12.6	36.	12.	47.	12.7
6.0	22.	14.6	18.	12.	18.	12.	33.	11.	43.	11.6
7.0	22.	14.6	18.	12.	17.	11.3	30.	10.	40.	10.8
8.0	21.	14.	17.	11.3	15.	10.	28.	9.3	36.	9.7
12.8	17.	11.3	-	-	-	-	-	-	-	-
13.4	-	-	16.	10.6	-	-	27.	9.0	36.	9.7
14.0	-	-	-	-	15.	10.	-	-	-	-

NOTA: La última lectura en cada sistema se realizó en el momento de la cosecha

CUADRO No. 3

POBLACION EXPRESADA EN NUMERO DE TALLOS, HA. BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE SIEMBRA Y RIEGO
 VARIEDAD: MZC - 74 275

EDAD Meses	GRAVEDAD		ASPERSION		RIEGO POR GOTEO		
	SS*	Tallos	SS*	Tallos	SS*	Tallos	ST*
2.0	246.000	160.000	226.000	250.000	343.000		
3.0	400.000	326.000	313.000	300.000	289.000		
4.0	426.000	340.000	246.000	266.000	297.000		
5.0	166.000	160.000	126.000	120.000	127.000		
6.0	146.000	120.000	120.000	110.000	116.000		
7.0	146.000	120.000	113.000	100.000	108.000		
8.0	140.000	113.000	100.000	93.000	97.000		
12.8	113.000	-	-	-	-		
13.4	-	106.000	-	90.000	97.000		
14.0	-	-	100.000	-	-		

NOTA: La última lectura en cada sistema se realizó en el momento de la cosecha.

- (*) SS = surco sencillo
- SD = surco doble
- ST = surco triple

CRECIMIENTO TOTAL EN CENTIMETROS, DE LA VARIEDAD MZC-74-275, BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE SIEMBRA Y RIEGO

EDAD Meses	GRAVEDAD SS*		ASPERSION SS*		RIEGO POR GOTEO		
	Altura (cms.)	Altura (cms.)	Altura (cms.)	Altura (cms.)	Surco sencillo Altura (cms.)	Surco doble Altura (cms.)	Surco triple Altura (cms.)
3.5	46.8	50.4	52.	68.	60.3		
4.0	70.8	79.2	74.	91.5	81.0		
4.5	86.4	96.8	95.	102.5	89.3		
5.0	100.	119.	108.	121.	109.		
5.5	121.	139.4	131.	139.	124.		
6.0	142.4	160.	152.	161.	152.		
6.5	168.	186.	177.	182.	172.		
7.0	188.	208.	195.	203.	196.		
7.5	206.	222.	224.	216.	206.		
8.0	229.	242.	242.	233.	217.		
8.5	245.	254.	250.	246.	231.		
9.0	254.	263.	271.	259.	247.		
9.5	259.	272.	283.	271.	254.		
12.8	309.	-	-	-	-		
13.4	-	311.	-	309.	331.		
14.0	-	-	322.	-	-		

NOTA: La última lectura en cada sistema corresponde al momento de la cosecha

(*) SS = surco sencillo

CUADRO No. 5

RATA DE CRECIMIENTO EN CENTIMETROS CADA 15 DIAS EN LA VARIEDAD MZC-74-275 BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE SIEMBRA
Y RIEGO

EDAD Meses	GRAVEDAD		ASPERSION		RIEGO POR GOTEO		
	Surco sencillo		Surco sencillo		Surco sencillo	Surco doble	Surco triple
3.5					22.	23.5	19.7
4.0	24.	28.8	17.6	21.	11.	8.3	19.7
4.5	15.6	17.6	22.2	13.	18.5	15.0	28.
5.0	13.6	22.2	20.4	23.	18.	20.	24.
5.5	21.	20.4	21.6	21.	22.	10.	11.
6.0	21.4	21.6	26.	25.	21.	14.	14.
6.5	25.6	26.	22.	18.	21.	13.	16.
7.0	20.	22.	14.	29.	13.	7.	
7.5	18.	14.	20.	18.	8.		
8.0	23.	20.	12.	21.	12.		
8.5	16.	12.	9.	9.	9.		
9.0	9.	9.	9.	12.	12.		
9.5	5.	9.	9.				

NOTA: La edad de 3.5 meses corresponde al inicio de la lectura en cada sistema.

CUADRO No. 6

CANTIDAD DE AGUA APLICADA POR COSECHA, POR MES Y POR DIA PARA CADA SISTEMA DE RIEGO

<u>TIPO RIEGO</u>	<u>MM/COSECHA</u>	<u>MM/MES</u>	<u>MM/DIA</u>	<u>% MAS CONSUMO (Base: 100)</u>
Goteo	397.6	39.76	1.32	
Aspersión	423.0	42.30	1.41	6.4
Gravedad	1.914.0	191.40	6.38	382.0

CUADRO No. 7

DATOS DE PRODUCCION EN CADA UNO DE LOS SISTEMAS DE SIEMBRE Y RIEGO UTILIZADOS EN LA

HACIENDA BALSORA

Ste. No.	Sistema	Area Has.	Edad Meses	Rto. o/o	Ton/Ha. M.	Ton/Ha M.	Kg./A/ Ha.	Kg. A/ Ha. M.
16-04	Gravedad SS*	2.92	12.8	10.5	189.50	14.80	19850	1550,0
16-04	Aspersión SS*	3.03	13.4	10.3	182.02	13.58	18710	1396,9
16-02	Goteo SS*	7.83	14.0	10.3	183.83	13.13	18870	1348,4
16 (03-02)	Goteo SD**	19.46	13.76	10.9	181.12	13.18	19610	1427.7
16-03	Goteo ST***	11.86	13.4	10.9	178.87	13.35	19430	1450,0

(*) SS = surco sencillo
 (**) SD = surco doble
 (***) ST = surco triple

TABLA No. 8

SISTEMAS DE SIEMBRA Y RIEGO COMPARADOS

STE	Sistema	Area Has.	Edad Meses	Rto. o/o	Ton/Ha	Ton/HaM	KgA/Ha	KgA/HaM
16-04	Gravedad SS*	2.92	12.8	10.5	189.50	14.80	19850	1550,0
16-04	Aspersión SS*	3.03	13.4	10.3	182.02	13.58	18710	1396.9
16-02	Goteo SS*	7.83	14.0	10.3	183.83	13.13	18870	1348,4
16-02 y 16-03	Goteo SD**	19.46	13.76	10.9	181.12	13.18	19610	1427,7
16-03	Goteo ST***	11.86	13.4	10.9	178.87	13.35	19430	1450,0

(*) SS = surco sencillo
 (**) SD = surco doble
 (***) ST = surco triples

TABLA No. 8A
 COSTOS DE PRODUCCION PARA CADA UNO DE LOS SISTEMAS DE SIEMBRA Y RIEGO COMPARADOS - HACIENDA
 BALSORA - INGENIO MAYAGUEZ

STE	Sistema	RIEGO Ha/M	A G U A M3Cos.	VR.Cos.	COSTO Total	COSTO Kg. Azuc.	DIFERENCIA Kg.A/ o/o
16-04	Gravedad SS*	\$ 1663	19140	\$19140	\$37433	\$ 1.90	1.0 -10.8
16-04	Aspersión SS*	\$ 2734	4230	4230	39772	2.13	4.4 100
16-02	Goteo SS*	\$ 3607	3933	865	36935	1.95	4.8 - 8.5
16-02 y 16-03	Goteo SD**	\$ 2865	3435	756	29406	1.50	5.7 -29.6
16-03	Goteo ST***	\$ 2292	4909	1080	24000	1.24	4.0 -41.8

(*) SS = surco sencillo
 (**) SD = surco doble
 (***) ST = surco triple

Para el costo del agua se tomó: Gravedad y Aspersión: 1 M3 = \$ 1.00 Goteo: 1 M3 = \$ 0.22

DATOS DE ALGUNOS INSUMOS UTILIZADOS EN CADA UNO DE LOS SISTEMAS DE SIEMBRA Y RIEGO EN EL HACIENDA BALSORA

SUERTE	SISTEMA	T/Semilla /Ha.	Edad semilla meses	Kg. N/Ha	Riego mm. m	Lluvia mm.	mm Totales aplicados
16.04	Gravedad SS*	7.33	8.3	107.85	1914	1168	3082.
16-04	Aspersión SS*	7.33	8.3	107,85	423	1168	1591.
16-02	Goteo SS*	7.33	8.3	107.85	393.3	1168	1561.30
16-02-03	Goteo SD**	7.33	8.3	107.85	342.9	1168	1510.9
16-03	Goteo ST***	8.01	8.3	107.85	490.9	1168	1658.9

(*) SS = surco sencillo

(**) SD = surco doble

(***) ST = surco triple

CUADRO No. 10

DATOS DE PRODUCCIONES OBTENIDAS EN OTROS CAMPOS CON LA MISMA VARIEDAD (MZC-74-275), BAJO CONDICIONES DE RIEGO POR ASPERSION

Suerte	Area cosechada Has.	Corte No.	Edad meses	Rto. o/o	Ton/ Ha.	Ton/ Ha.M.	Kg. A/ Ha.	Kg. A/ Ha.M.	Costo Kg./A
Zainera 14-80	13.60	1	11.7	11.0	148.69	12.70	16339,44	1396,53	
Zainera 14-80	12.97	1	14.1	10.4	149.79	10.62	15584,40	1106,04	
Zainera 14-60	12.97	2	11.4	12.1	136,20	11.94	16473,60	1435,20	
Zainera 14-80	13.60	2	11.3	11.0	150,75	13.33	16557,84	1464,84	
Ponderación X	26.57	2	12.11	11.1	146,44	12.19	16243,80	1392,55	1,50

IV SEMINARIO LATINOAMERICANO DE RIEGO
POR GOTEO Y RIEGO LOCALIZADO

Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela
21 - 27 de Junio de 1981.

RIEGO POR GOTEO EN PLANTACION DE MANZANA
EN VALLE MEDIO DEL RIO NEGRO, ARGENTINA

Ing. Agr. Martín Groppa
GOTAGUA S.A.
Lavalle 166 2° A
1047 Buenos Aires, Argentina
TE: 32-1360 - PLX: 9191 FINCO AR

R E S U M E N

Se presenta en esta ponencia, la descripción de un sistema de riego por goteo utilizado en 50 hectáreas con plantaciones de manzano y cortinas forestales de álamos. La plantación está ubicada en el Valle Medio del Rio Negro, Provincia de Rio Negro, República Argentina.

Se hace una descripción general del área con sus características climáticas mas importantes. Se detalla el marco de plantación utilizado y se describen los componentes del sistema de riego por goteo y su operación. Por último, se analizan las ventajas principales de su utilización y se detallan los costos por hectárea segun rubros discriminados en el equipo de riego empleado.

El autor de este trabajo, es el Ing. Agr. Martín Groppa, presidente de Gotagua S.A., firma que ha tenido a su cargo la implantación del sistema de riego por goteo en la finca "La Gloria" ubicada en la localidad de Chimpay, Provincia de Rio Negro, República Argentina.

1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL AREA DONDE SE UBICA EL EQUIPO DE RIEGO POR GOTEIO

El área típica de producción de manzanas en Argentina es el Alto Valle del Rio Negro. Este valle tiene una superficie bajo riego de 100.000 hectáreas y ya no existen tierras vírgenes para iniciar nuevas plantaciones; es por esta razón que las nuevas plantaciones de frutales se están realizando actualmente en el Valle Medio del Rio Negro.

El Valle Medio se localiza entre las siguientes coordenadas geográficas: $38^{\circ} 50'$ a $39^{\circ} 30'$ de latitud Sur y $65^{\circ} 15'$ a $66^{\circ} 30'$ de longitud Oeste. La superficie que abarca el Valle Medio es de aproximadamente 170.000 hectáreas, su desarrollo longitudinal es de alrededor de 150 kilómetros y su ancho está entre 8 y 20 kilómetros.

El clima del Valle Medio puede definirse como templado, continental y árido siendo la duración del día uno de sus factores mesoclimáticos importantes. El promedio anual de precipitación es de 246 milímetros y el promedio anual de temperatura es de $15,5^{\circ}\text{C}$. La velocidad media del viento tiene un mínimo del orden de los 10 kilómetros/hora para los meses de mayo a julio y alcanza su mayor intensidad durante los meses de octubre a febrero con velocidades medias mensuales de 14 a 16 kilómetros/hora.

Por aplicación del método de Thornthwaite y Mather se obtuvieron valores de la evapotranspiración potencial algo mayores a los 800 milímetros anuales. La comparación de éste con los valores medios de precipitación anual, pone de manifiesto un

déficit hídrico de alrededor de 550 milímetros anuales, lo que revela que sólo es posible el desarrollo agrícola con riego.

Las relativamente altas intensidades que presentan los vientos durante los meses de mayor evapotranspiración, configuran un serio limitante para la utilización del riego por aspersión.

La vegetación natural es xerófila, de monte bajo predominando la arbustiva de jarilla, alpataco, chañar, etc.

La explotación donde se instaló el equipo de riego por goteo está ubicada en el Departamento Avellaneda, Provincia de Río Negro, a 12 kilómetros de la localidad de Chimpay, 60 kms de Choele Choel y 80 Kms de Villa Regina. Se encuentra localizada sobre la margen norte del Río Negro.

2. DETALLE DE LA PLANTACION

Se trata de una plantación de manzanos a 4 x 4 metros en una superficie de 50 hectáreas. El borde de la plantación y los caminos centrales están plantados con cortinas forestales de álamos que también se riegan por goteo.

En el caso de los manzanos, se emplean goteros de un caudal de 3,8 litros/hora dispuestos a razón de 2 por planta y sobre una tubería de polietileno de 12 milímetros de diámetro externo.

En el caso de los álamos, se emplea tubería Bi-Wall. Esta es una tubería de doble pared y con orificios cada 45 centímetros.

El riego por goteo hace posible diseñar la plantación sin necesidad de tener en cuenta la división de los cuadros de acuerdo al diseño de acequias de riego. De esta manera, es posible empleando riego por goteo hacer cuadros de mayor superficie. En este caso se han podido hacer cuadros de 120 x 240 metros.

3. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO

A. Cabezal: Se asienta sobre una loza de hormigon armado de 7 x 6 metros por 0,15 metros de espesor. El conjunto bomba - motor diesel, está incluido en una loza especial de 0,60 metros de espesor y soportada por 5 pilotes de hormigon, enterrados a 1 metro de profundidad. Esta loza especial, está separada de la loza principal por una junta de telgopor de 4 cms de espesor. Estas precauciones en la construcción de la loza, se tomaron para evitar que la vibración del motor se transmita al resto de la loza.

El cabezal está integrado por el conjunto bomba - motor, montado sobre un chasis y abulonado a la loza especial descrita anteriormente; un filtro de arena de limpieza manual con una capacidad de filtrado de 113.000 litros/hora y un filtro de malla de limpieza manual de la misma capacidad que está dispuesto a continuación del filtro de arena.

En la entrada de los filtros se encuentra el tanque distribuidor de fertilizantes que tiene una capacidad de 106 litros.

A través de este tanque, se agrega cloro al agua para prevenir la formación de algas.

B. Distribución del agua: A partir del cabezal, el agua es conducida por tubería de PVC de diámetros varios, comenzando con 140 milímetros (diámetro externo) y terminando con 50 mm . Toda la tubería de PVC está enterrada a una profundidad de 80 centímetros. De la tubería de PVC salen las tuberías laterales de polietileno de 12mm diámetro externo que portan los goteros. Esta tubería lateral se encuentra suspendida a 1 metro sobre el nivel del suelo y atada a las plantas de manzano. Las cortinas forestales de álamos se riegan con tubería Bi-Wall que se encuentra enterrada a 30 centímetros.

C. Operación del Sistema: Se ha equipado a este sistema de riego con un tanque de evaporación clase A y con tensiómetros distribuidos en partes representativas del área a regar. En base a las determinaciones de lectura de evaporación y teniendo en cuenta la medida indicada por el tensiómetro, se aplica la cantidad de agua requerida para cada día.

El control del riego se realiza desde el cabezal mediante dos válvulas de paso que abren o cierran las dos secciones en las que se divide el sistema. En el período de máxima demanda de agua, se requiere un turno de riego de 10 horas para cubrir esa demanda. El sistema se opera en dos turnos de riego regándose simultáneamente 25 hectáreas en cada turno.

4. VENTAJAS PRINCIPALES DE SU UTILIZACION

A. Ahorro de obras de riego y prevención de erosión: La principal ventaja de este sistema, es que, no es necesario nivelar ni hacer obras de riego tales como canales y acequias. En esa zona la nivelación necesaria para regar trae un problema grave de erosión, ya que al trabajar con el suelo desnudo, los vientos, con ráfagas de hasta 100 kilómetros por hora facilitan esta erosión, y hacen que haya que hacer permanentes retoques en la nivelación. Con el sistema de riego por goteo empleado, se saca el monte arbustivo pero se respeta la vegetación natural que cubre al suelo y de esta manera se evitan las costosas voladuras. El costo de la nivelación con cero pendiente más las obras de riego necesarias es equivalente al costo de la instalación de un sistema de riego por goteo.

B. Ahorro de agua: Este sistema de riego por goteo se está haciendo a orillas del río Negro que lleva un caudal medio de 1000 metros cúbicos/segundo. Es decir, que en este caso, el agua de ninguna manera es un factor limitante para el riego. Sin embargo, la energía necesaria para extraer esa agua sí es un factor importante.

Mientras en el sistema de riego gravitacional se está empleando un caudal continuo de 2,3 litros/segundo/hectárea, en el goteo se emplean solamente 0,6 litros/segundo/hectárea. Es decir que con la aplicación de este sistema se está utilizando solamente una cuarta parte del agua usada para regar con el método gravitacional.

Es de hacer notar que esta cifra muy elevada de consumo de agua con riego gravitacional se debe a que los suelos son arenosos, con sus consiguientes pérdidas por conducción, y por la mala nivelación a consecuencia de las voladuras descritas anteriormente.

La situación particular del establecimiento donde se realizó esta instalación de riego por goteo, es similar a la de todos los campos ubicados en la costa del río Negro y los valores de caudal continuo por hectarea utilizados son representativos de los valores de la zona.

C. Ahorro de mano de obra: Con el empleo de este sistema, se evitan las labores de limpieza de canales y acequias y no se necesita personal permanente para atender al riego. En este sistema se requiere un total de 5 horas semanales de atención para las 50 hectareas. Estamos hablando de un ahorro realmente drástico de mano de obra, ya que se emplea con el goteo menos de un jornal semanal para atender toda la superficie.

D. Empleo de fertilizantes : Por tratarse de suelos arenosos, la dosificación ideal se logra mediante este sistema de riego ya que los fertilizantes se pueden incorporar en pequeñas cantidades y con alta frecuencia. En el caso del riego gravitacional, se practica lo opuesto, es decir dosis masivas de fertilizantes con baja frecuencia, produciéndose de esta manera, elevadas pérdidas.

E. Recarga de la napa freática: Al utilizarse una menor can-

tividad de agua, se evita la recarga de la napa freática y por lo tanto se elimina la necesidad de drenaje.

F. Aprovechamiento racional del área : El área ocupada por canales de riego y acequias en el riego gravitacional es aprovechada totalmente con el sistema de riego por goteo. Además permite un planeamiento físico más adecuado a las necesidades de las labores del cultivo pudiendose hacer los cuadros de mayor tamaño.

G. Fertilidad del suelo; Al no tener que hacer movimiento de suelos, se evita la inversión de la capa arable y al respetar la broza presente, se logra mantener la estructura y fertilidad natural de los mismos.

5. DETALLE DE COSTOS POR HECTAREA SEGUN RUBROS DEL EQUIPO DE RIEGO POR GOTEO

Para determinar la estructura de costos de este equipo, se ha preferido separar a sus componentes en cinco secciones diferentes: Sistema de filtrado, tubería y conexión de PVC, tubería de polietileno, goteros y accesorios de conexión tubería polietileno y diseño e instalación.

Los siguientes componentes han sido importados de Estados Unidos: Filtros, materia prima para elaboración tubería polietileno y goteros y accesorios de conexión de esta tubería. La tubería de PVC con sus correspondientes conexiones es de fabricación local. El costo promedio de los derechos de importación vigentes al momento de la compra del equipo han sido del 60% sobre el valor FOB.

Ver en anexo I el detalle de costos segun rubros para el equipo de riego presentado.

ANEXO I : DETALLE DE COSTOS SEGUN RUBROS DE EQUIPO DE RIEGO
POR GOTEIO PARA 50 HECTAREAS

RUBRO	U\$ DOLAR/ HECTAREA	%
Sistema de filtrado	200	9
Tubería y conexión PVC	806	34
Tubería polietileno	488	21
Goteros y accesorios de co- nexión tubería polietileno	640	27
Diseño e instalación	213	9
TOTALES	2.347	100

UNIVERSIDAD DEL ZULIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
MARACAIBO - VENEZUELA

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL RIEGO POR GOTEO

Ing. Agr. Maximiano Valbuena
Profesor de Riego y Drenaje
de la Facultad de Agronomía
de la Universidad del Zulia.

CONTENIDO

RESUMEN

- I. INTRODUCCION
 - II. OBJETIVOS
 - III. REVISION BIBLIOGRAFICA
 1. Sobre la zona de estudio
 2. Sobre el tema de estudio
 - IV. MATERIALES Y EQUIPOS
 - V. METODOLOGIA
 1. Metodología usada para la toma de información de campo
 2. Para el procesamiento de los datos
 - VI. ANALISIS DE LA INFORMACION Y RESULTADOS
 - VII. CONCLUSIONES
 - VIII. BIBLIOGRAFIA
- ANEXOS
- Anexo N° 1. Planos y distribución de presión y caudales en la Finca Las Margaritas.
 - Anexo N° 2. Planos y Distribución de Presión y Caudales en la Finca Los Pachos.
 - Anexo N° 3. Planos y Distribución de Presión y Caudales en la Finca Agrotécnica Venezolana.
 - Anexo N° 4. Planos y Distribución de Presión y Caudales en la Finca Las Cruces.

RESUMEN

Este estudio fué orientado hacia la determinación de la eficiencia del riego por goteo de acuerdo al diseño y manejo dado en los alrededores de la planicie de Maracaibo, para lo cual se tomaron de distribución de presiones y caudales aplicados a las plantas, en diferentes fincas, con diferentes tipos de goteros, al cual se le aplicaron los indicadores del coeficiente de uniformidad, el coeficiente estadístico de uniformidad y el estimador del patrón de eficiencia de Griddle et. al., para obtener el parámetro de la eficiencia de mucha utilidad para el diseño del sistema y la determinación del tiempo de riego.

I. INTRODUCCION

El sistema de riego por goteo uno de los más modernos métodos de riego, desarrollado en Israel entre los años 1959 - 1960 y debido a su éxito se extendió rápidamente por el resto del mundo, introducido en Venezuela en el año 1970. Siendo en el período 1.973 - 1.974 que comienza a tener buena aceptación por los productores frutícolas de los alrededores de Maracaibo por su alta eficiencia de aplicación, facilidad de manejo y las limitaciones de aguas para riego existente en la zona, utilizando principalmente en VID (*Vitis vinífera* L.), lechoza (*Carica papaya*), parchita (*Passiflora edulis*) etc.

Este trabajo dirigido a detectar la eficiencia de aplicación real así como algunos parámetros de la uniformidad del sistema, fué desarrollado en las siguientes fincas:

1. La finca "Las Margaritas" llamada también "Agrícola Mara C.A. (A.MA. CA.) con una extensión de 200 Has. y 60 Has. regadas por goteo, ubicada en el Km. 16 de la carretera Maracaibo - La Cañada (Ver anexo N° 1).
2. Finca "Viñedos de Venezuela S.A." (VIVENSA), con una extensión de 70 Has. y 5 regadas por goteo, ubicada en el Km. 10 de la carretera Maracaibo-La Cañada.
3. Finca "Los Pachos" con una extensión de 20 Has. y 4 Has. regadas por goteo, ubicada en el Km. 34 de la carretera Maracaibo - El Moján (Ver anexo N° 2).
4. Finca "Agrotecnia Venezolana", con 20 Has. regadas por goteo ubicada al lado del Autódromo de Maracaibo. (Ver anexo N° 3).
5. Finca "Las Cruces con 12 Has. regadas por goteo ubicada en el Km. 25 de la carretera Maracaibo - El Moján (Ver anexo N° 4).

El fundamento del estudio consistió en la observación del comportamiento del sistema, distribución de caudales y presión para el manejo dado por los productores.

II. OBJETIVOS

Los principales objetivos de este trabajo fueron:

1. Estudiar el comportamiento del sistema de riego por goteo bajo las condiciones actuales de diseño y manejo.

2. El estudio de la distribución de caudales aplicados a las plantas para determinar los diferentes coeficientes de uniformidad y eficiencia.
3. Estudio de la distribución de presiones en las tuberías laterales y principales para evaluar el diseño hidráulico del sistema.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

1. SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

1.1. Suelos.

Según la Universidad del Zulia 1.974, los suelos presentan por lo general un estrato superficial de textura gruesa (arenosa, arena-francosa, franco-arenosa o franca) sobre otra más fina (franco arcillo arenosa, franco arcillosa o arcillo arenosa), variando la primera de 0 a 60 cm. de espesor, de buenas características físicas en su forma natural, colores amarillo rojizo en la capa superficial, hasta rojo en los horizontes sub-superficial.

Son suelos moderadamente porosos, bien drenados, con estructura en bloques sub angulares de grado débil y de tamaño muy fino o mediano. Las raíces son escasas a través de todo el perfil y presenta carbonatos en pocas cantidades a más de 1.50 mts. de profundidad (reacción débil al HCL).

La topografía es plana o ligeramente ondulada con pendientes menores del 3%.

Al eliminar la capa superficial, ya sea en forma mecánica o por efectos de erosión, afloran los horizontes sub-superficiales y el suelo tiende a compactarse, disminuyendo la velocidad de infiltración y el desarrollo radicular, esto mismo puede presentarse al mezclar la capa superficial y la sub-superficial.

La disponibilidad de nutriente para las plantas es limitada por lo que la fertilización es una práctica recomendada para obtener un buen desarrollo de los cultivos.

Los estudios de suelos realizados por la Facultad de Agronomía de L.U.Z. 1.974 para el Jardín Botánico de Maracaibo, a nivel detallado (125 hectáreas) cerca de la granja experimental de la Facultad de Agronomía de L.U.Z., finca AMACA y finca VI.VEN.SA., permitieron clasificar los suelos según el Soil Taxonomy de la siguiente manera:

Orden: ARIDISOL; Sub orden: ARGIDS; Gran grupo: HAPLARGIRS;
Sub grupo: TYPIC HAPLARGIDS; Familia: Franco fina ISOHIPERTERMICA.

A nivel de serie encontraron fases según la profundidad del horizonte fino o Argílico. En el cuadro N° 1 se presentan las cuatro fases y la superficie que abarca cada una en el estudio.

El mismo estudio hace una clasificación interpretativa de los suelos según su capacidad de uso aplicando el sistema americano de 8 clases y queda resumida en el cuadro N° 1.

CUADRO N° 1.

UNIDADES	LIMITE SUPERIOR DEL HORIZONTE COMPACTABLE	HECTAREA	%
I SERIE JARDIN FASE SUPERFICIAL	DE 0 a 30 CM.	40.71	36.46
II SERIE JARDIN FASE POCO PROFUNDA	DE 30 a 40 CM.	38	30.30
III SERIE JARDIN FASE MEDIANAMENTE PROFUNDA	DE 40 a 50 CM.	30.72	24.5
IV SERIE JARDIN FASE PROFUNDA	DE 50 o MAS CM.	15.92	12.74

CUADRO N° 2

UNIDAD	CLASIFICACION SIN RIEGO	CLASIFICACION CON RIEGO
I	VI esc	VI es
II	VI esc	IV es
III	IV esc	III es
IV	IV esc	II es

e = Se refiere al riesgo a la erosión.

s = Se refiere a características del suelo, como textura, profundidad, pedregosidad, en el perfil de desarrollo radicular que puede limitar su desarrollo potencial.

c = Indica limitación climática, especialmente precipitación escasa.

1.2. Clima:

Según la estación climatológicas de Maracaibo para el período 1.951 a 1.970 ubicada en las coordenadas $10^{\circ} 34'$ de LN y $71^{\circ}44'$ L.O. con 66 mts. s.n.m. del Ministerio de Obras Públicas, citados por la Universidad del Zulia 1.976 tenemos:

1.2.1. Clasificación climática:

Según la clasificación de zonas de vida de Venezuela de Leslie Holdridge, la zona en estudio pertenece al bosque muy seco tropical.

1.2.2. Precipitación

El promedio anual durante los 20 años de registros es de 468 m.m., la curva de precipitación es bimodal con un pico en Mayo de 60 m.m. y otro en Octubre de 107 m.m.

1.2.3. Evaporación:

La evaporación total anual promedio es de 1.662 m.m. con un promedio de 4.63 m.m./día y el mes de mayor evaporación es Marzo con 180 m.m./día (6 m.m./día) y el menor Noviembre con 105 m.m. (3.5 m.m. /día).

1.2.4. Temperatura:

La media anual es de 27.9°C , siendo Agosto el de mayor con una media de $28,8^{\circ}\text{C}$ y Enero el mes de menor tempera-

tura con una media de 26,7°C.

1.2.5. Viento:

Este medido con un Anemógrafo a 12 Mts. de altura, con una media anual de 12 K.P.H., registrándose las velocidades mayores en Marzo 16,7 K.P.H. y los menores en Octubre 8.9 K.P.H., la dirección predominante es N.E.

1.2.6. Radiación Solar:

El promedio anual de radiación solar es de 480 cal/cm²/día, siendo el mes de mayor radiación Septiembre con 530 cal/cm²/día y Noviembre con 442 cal/cm²/día.

1.2.7. Insolación:

Las horas de brillo solar tienen un promedio de 7.35 horas diarias, siendo el mes de febrero el de mayor promedio con 8.7 y Mayo con el menor promedio con 6 horas de sol por día .

1.2.8. Humedad relativa:

La media anual es del 76%, siendo el mes de Mayo el de mayor promedio con 79% y Marzo el de menor humedad con 74%.

1.3. Vegetación natural y Cultivos:

La vegetación natural según Ewel et al. 1968, citado por

L.U.Z. 1974 es típico de un clima árido o semiárido con especies predominante tales como:

Cují (Prosopis juliflora. D.C.)

Dividive (Eaesaipinia coriaria. Jack (will)

Tuna (Opuntia caracasana. Salm - Dyck)

Cardón (Lemaireocereus griseus. (Haw) Bride)

Olivo (Capparis odoratissima. Jack)

Guásimo (Guasuna ulmifolia. Lam)

Vera (Bulnesia arborea. Jack (Engler)

Y otros tipos de vegetación herbácea como Barradero (Croton-glandulosus Li) et. Además existen una gran cantidad de gramíneas que solo están presente en la época de lluvia.

Según L.U.Z. 1976 en el sector de estudio se han incorporado diversos cultivos tales como Vid, cítricas (citrus. sp); lechoza, Níspero (Achras zapota L.); Hicaco (Chysobalenus icaco L); y diferentes tipos de hortalizas tales como cebolla, tomate, pimentón, melón, patilla y algunos pastos de uso intensivo, todos bajo el uso de riego. En la época de lluvia se desarrollan algunos cultivos de ciclo corto tales como el sorgo y algunas leguminosas.

1.4. Fuente de Agua.

En la zona de estudio no existen recursos de agua superficial aptos para riego y la única fuente de agua adicional a las

lluvias es la subterránea, extraída por medio de perforaciones de pozos profundos que oscilan entre 100 y 130 mts. de profundidad a un costo entre 450 y 1000 Bs/mt., reportándose en los análisis altos contenidos de hierro que junto con el ph, alcalinidad y cantidad de calcio hacen las aguas corrosivas y en las zonas del Distrito Mara se reportan aguas con alto contenido salino. Los altos costos de perforación, bombeo y corrosividad, hace que el riego sea un insumo oneroso permitiendo solamente cultivos altamente remunerativos tales como hortalizas y frutales.

2. SOBRE EL TEMA DE ESTUDIO

Christiansen (1942) Citado por Grassi 1972, presentó una expresión numérica llama^{da} coeficiente de uniformidad de distribución del agua, recogida al operar un sistema de aspersores giratorios de distribución superpuesta. Dicho coeficiente se expresa así:

$$CU = 1 - \left(\frac{\sum |d|}{\bar{X} \cdot n} \right) 100$$

donde:

CU = Es el coeficiente de uniformidad.

$\sum |d|$ = Es la sumatoria de los valores absolutos de los desvíos de cada observación con respecto a la media.

n = Es el número de láminas recogidas individualmente y repartidas por todo el área mojada por el espesor.

\bar{X} = Es la lámina promedio.

En un sistema de riego por aspersión, se puede considerar un coeficiente de distribución bajo cuando está por debajo del 80% (Grassi comunicación personal 1976).

Wilcox y Swailes (1974) Citado por Razuri (1974) propusieron una modificación al coeficiente de uniformidad de Christiansen y lo llamaron coeficiente estadístico de uniformidad y lo expresaron así:

$$SCU = \left(1 - \frac{o}{\bar{X}} \right) 100$$

donde:

SCU = Es el coeficiente estadístico de uniformidad expresado en porcentaje.

o = Es la desviación standard de las láminas medias

\bar{X} = Es la lámina promedio

Los mismos autores consideran que una buena uniformidad debe tener un coeficiente de uniformidad aproximadamente del 70%.

En el curso nacional de riego por aspersión dictado en Mérida en 1976, Grassi expresó que un coeficiente estadístico de uniformidad menor del 70% se podía considerar como bajo.

Criddle et al. (1956) Citado por Grassi (1972) presenta una expresión matemática denominada el patrón de eficiencia para evaluar

la uniformidad de distribución, dicha expresión es:

$$PE = \frac{\bar{X} \text{ (25\% de los menores observaciones)}}{\bar{X} \text{ Total}} = \frac{A}{B} \times 100$$

donde:

PE = Patrón de eficiencia

A = Es el promedio del 25% de las observaciones, tomando los de menor lámina.

B = Es el promedio general.

Cuando el patrón de eficiencia está por debajo de un 71% se puede considerar como bajo (Grassi 1976 comunicación personal).

Howell (1964) Citado por Razuri (1974) hizo un estudio de la des uniformidad en la aplicación de agua en riego por aspersion y sugiere que la desuniformidad en la aplicación afecta la eficiencia de aplica ción y separa los efectos de la desuniformidad en un factor de la efi ciencia de aplicación e investiga tres casos de variación de dicho factor que son:

- Cuando la máxima lámina aplicada es menor o igual a la lámina neta.
- Cuando la lámina media aplicada es igual o mayor a la lámina neta.
- Cuando la lámina mínima aplicada es igual o mayor a la lámina neta.

Dabbous (1962) Usando los datos obtenidos por Christiansen (1942) y comparando los coeficientes de uniformidad obtuvo las siguientes relacio nes.

- La relación entre el coeficiente de uniformidad (CU) y el coeficiente estadístico de uniformidad scu fué:

$$- \text{Scu} = 1.25 \text{ cu} - 0.25$$

- La relación encontrada entre el patrón de eficiencia (PE) y el coeficiente de uniformidad fue:

$$\text{PE} = 1.45 \text{ cu} - 0.45$$

Razuri (1974) En estudio realizado en el sistema de riego Cariaco. Edo. Sucre. Venezuela encontró las siguientes relaciones entre los coeficientes de uniformidad:

$$- \text{Scu} = 1.315 \text{ cu} - 0.315$$

$$- \text{PE} = 1.03 \text{ cu} - 0.111$$

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

Entre los materiales y equipos usados tenemos:

- Parcelas del sistema de riego por goteo de la finca "Las Margaritas" (Ver anexo N° 1).

- Parcelas del sistema de riego por goteo de la finca "Los Pachos" (Ver anexo N° 2).

- Parcelas del sistema de riego por goteo de la finca "Agrotécnica Venezolana" (Ver anexo N° 3).

- Parcelas del sistema de riego por goteo de la granja Las Cruces

(Ver anexo N° 4).

- Tubos pitot y manómetros
- Cronómetros
- Potes de 1000cc
- Cilindros graduados
- Equipo topográfico

V. METODOLOGIA

1. METODOLOGIA USADA PARA LA TOMA DE INFORMACION DE CAMPO.

En la determinación de la uniformidad y eficiencia se usaron dos condiciones:

- Una condición natural en el cual los sistemas fueron evaluados en la forma como los usan los productores.
- Una condición modificada en la cual el sistema de riego se le aumentaba la uniformidad de presión mediante el uso de reguladores de presión (válvulas de paso) y la cual consistía en controlar la presión de entrada al lateral a una presión de 15 Psi.

Para medir los coeficientes de uniformidad y eficiencia se mues - trearon los caudales de algunos goteros de algunos ramales distribuidos uniformemente en las parcelas de los sistemas de riego de las fin - cas estudiadas.

1.1. Para la selección de los ramales

Antes de la toma de los caudales y presiones se enumeraron los ramales de cada parcela y se tomaron por lo menos el 6% de éstos, incluyendo el primero y último ramal y los demás separados equidistantemente.

Cuando la misma parcela se usaba para la condición modificada los ramales usados eran los mismos que se utilizaban en la condición natural.

1.2. Para la selección de los goteros.

En cada ramal seleccionado se enumeraron todos los goteros y se tomaron por lo menos el 20% de los goteros de cada ramal seleccionado incluyendo el primero y último gotero y los demás separados equidistantemente. Cuando las parcelas eran usadas para las dos condiciones los goteros usados en la condición 2 fueron los mismos que se utilizaban en la condición natural. En el caso de que el gotero seleccionado estuviera completamente obstruido se media el caudal en el proximo gotero.

1.3. Para medir las presiones

Para medir las presiones se colocaba un manómetro fijo en la entrada de la tubería principal y se procedía a medir la presión en la entrada y la presión al final de cada lateral seleccionado, en el caso que no se podía medir la presión en la entrada del lateral se tomaba ésta en el primer gotero. Entre los in

tervalos de toma de presión se esperaban 15 minutos, esperando con ésto que normalizara la presión. En la condición modificada se colocaron válvulas en la entrada de los laterales seleccionados para fijar la presión deseada y se medía la presión al final del lateral.

1.4. En la toma de caudales

Con un manómetro instalado en la entrada de la tubería principal y cuidando que la presión de entrada no variara, se procedía a tomar el volúmen suministrado por los goteros seleccionados en un tiempo fijo tomando 2 repeticiones.

2. PARA EL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Para la determinación de los indicadores de uniformidad y eficiencia se usaron los siguientes métodos.

- El coeficiente de uniformidad propuesto por Christiansen (1942) modificado

$$CU = 100 \left(1 - \frac{\sum Q_i^2 - (\sum Q)^2 / n}{n \bar{Q}} \right)$$

Donde:

Q = Caudal por gotero

\bar{Q} = " Promedio

N = Número de Goteros chequeados

Se usa el caudal por gotero (Q) en vez de lámina colectados.

Se usa el estimador $\frac{\sum Q^2 - (\sum Q)^2}{n}$ de la sumatoria de los desvíos ($\sum d^2$), por no usarse toda la población de goteros de la parcela.

- El coeficiente estadístico de uniformidad propuesto por Wilcox y Swilles (1947) modificado:

$$SCU = \left(1 - \frac{S}{\bar{Q}} \right) \times 100$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum Q^2 - (\sum Q)^2/n}{n - 1}}$$

Donde:

S = Es el estimador de la desviación standard.

\bar{Q} = El caudal medio de los goteros.

- El patrón de eficiencia propuesto por Criddle et al (1956) modificado

$$P E = \frac{\bar{Q}_{25\%}}{\bar{Q}}$$

Donde:

Se usa Q en vez de lámina y

$\bar{Q}_{m.}$ = Es el promedio del 25% de los caudales menores.

- El coeficiente de desuniformidad o variación que se encuentra con

el coeficiente estadístico de uniformidad.

$$C V = 1 - SCU$$

Donde:

C V = Coeficiente de variación.

SCU = Coeficiente estadístico de uniformidad

Para la comparación de los indicadores de uniformidad y eficiencia se usaron los siguientes patrones.

Para el patrón de eficiencia se usaron como límite inferior un 90% por referirse todas las bibliografías a una eficiencia mayor de 90% en el uso del agua en riego por goteo.

El coeficiente de uniformidad se usaba como límite inferior un 84%.

VI. ANALISIS DE LA INFORMACION Y RESULTADOS

Para la determinación de los indicadores de la eficiencia y uniformidad se realizaron 6 pruebas en la finca "Las Margaritas", 4 en la condición natural y 2 en la condición modificada, observándose en el anexo N° 1 que en la condición natural los caudales varían entre 9.2 y 3 LPH siendo el promedio 5.44 LPH, las presiones de entrada entre el primer y último lateral variaron entre 30 y 15 Psi y las presiones de salida entre el primer lateral y último lateral varían entre 23 y 9.5 Psi .

En las pruebas en la condición modificada se recolectaron caudales

que varían entre 1.5 y 6.6 LPH, (Ver anexo N° 1) las diferencias de presiones entre el primer y último lateral. Es entre 15 y 12 Psi. y la presión final entre el primer y último lateral es entre 12 y 9 Psi obteniendo un caudal promedio de 3.85 LPH.

CUADRO N° 3.

RESULTADO DE LA EVALUACION DE LA EFICIENCIA EN LA FINCA "LAS MARGARITAS"

PARCELA	CU %	SCU %	PE %	\bar{Q} LPH	PiL1 Psi	P _f L1 Psi	PiL _f Psi	P _f L _f Psi
A	87	82	81.7	4.98	26.5	19	11	9.5
B	87	83	84	5.89	28	20	15.5	12
C	80	76	77	5.62	30	23	13.5	11.5
C*	73	66	61	3.85	15	12	13.6	12
E*	83	80	75	4.12	15	12	13	10.75
F	89	86	87	6.57	27.5	22	16	13

* Condición modificada

Donde:

CU = Coeficiente de uniformidad

SCU = Coeficiente estadístico de uniformidad

\bar{Q} = Caudal promedio en L.P.H.

PiL1 = Presión inicial del primer lateral.

PFL1 = Presión final del primer lateral.

PiLF = Presión inicial del lateral final

PFLF = Presión final del lateral final

En la condición natural se observa una gama muy amplia de presiones y caudales que no corresponden a la recomendaciones de diseño (La diferencia de presión entre la entrada y final de un lateral debe ser de un 20 % y la diferencia en la presión de entrada entre el primer lateral y último lateral debe ser de un 10% lo cual produciría una diferencia entre los mayores y menores caudales del orden del 15%).

En las pruebas realizadas en la condición modificada (mayor uniformidad y eficiencia menores que en la condición natural, estos resultados que parecen ilógicos se explican, debido que, se funcionan los goteros con mayor presión producen un mayor caudal y por lo tanto tenían mayor obstrucción parcial que los goteros que trabajaban con menor presión y al uniformizar las presiones aumentaba la variación de los caudales.

En las pruebas realizadas en las fincas los Pachos (Anexo N° 2) se obtuvieron los resultados del cuadro N° 4.

CUADRO N° 4.

RESULTADO DE LA EVALUACION DE LA EFICIENCIA EN LA FINCA LOS PACHOS

PARCELA	CU	SCU	PE	Q	PiL ₁	P _f L ₁	PiL _f	PFL _f
	%	%	%	LPH	PSi	PSi	PSi	PSi
A	76	70	63	5.92	20	19.5	19.5	18

Siendo la distribución de presiones en esta finca entre el primer y último lateral del orden del 2.5% y entre la presión de entrada y final de los laterales del orden del 5% (Una distribución de presiones muy uniforme) existe una amplia gama de caudales que varía entre 2.82 y 9.66 L.P.H., esta baja distribución de caudales no está acorde con la alta distribución de eficiencia.

Las pruebas realizadas en la Finca "Agrotécnica Venezolana (Ver anexo N° 3) se obtienen resultados (Ver cuadro N° 5.) de variación de caudales que varían de 1.9 a 6.35 LPH existiendo muy poca variación entre las presiones de entrada en los laterales y siendo la diferencia de presión entre la entrada y final de los laterales del orden del 50%. El cuadro N° 5 nos da un resumen de los resultados obtenidos en la finca Agrotécnica.

CUADRO N° 5.

RESULTADO DE LA EVALUACION DE LA EFICIENCIA EN LA FINCA AGROTECNICA

PARCELA	C U %	SCU %	PE %	Q LPH	P _i L ₁ PSi	P _f L ₁ PSi	P _i F PSi	P _f LF PSi
1 B	82	78	69	3.64	4.5	2.8	3.6	2.2
2 B	85	80	73	4.14	4.2	3.3	3.6	2.6
3 A	72	72	69	3.78	3.5	2.3	3.4	1.7
4 B	90	84	79	4.3	5.5	3.2	5	3
5 B	72	75	78	4.51	4.6	2.8	3.8	2.5
6 A	80	76	70	3.63	3.6	2	3.4	1.6
7 A	88	82	74	3.8	4.2	2.5	3.5	2.2
8 B	83	81	73	4.7	5.5	3.4	5.2	3.2

En las pruebas realizadas en la granja Las Cruces (Anexo N° 4) se obtuvieron los resultados del cuadro N° 6, en la cual los caudales varían entre 1.8 a 5.16 LPH, con parcelas que tienen poca variación entre los caudales de entrada y generalmente alta variación entre la presión de entrada y final de los laterales, las diferencias entre el tamaño de las parcelas, las presiones en las tuberías principales y las presiones en los laterales hacen suponer que el sistema fue construido en partes sin ninguna planificación integral de origen.

CUADRO N° 6.

RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA EFICIENCIA
EN LA GRANJA LAS CRUCES

PARCELA	CU	SCU	PE	\bar{Q}	Pi11	PFL ₁	Pi1 _f	P _f LF
2	82	74	69	2.9	9	7.5	3	0.65
4	92	86	82	4.253	16.5	14.5	9.0	7.5
5	91	84	80.5	3.8	20	19.5	11.5	10
8	88	76	70	2.3	8	4.5	4	0.5

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes pruebas realizadas en todas las fincas se puede concluir lo siguiente:

- El patrón de eficiencia obtenido es bajo si consideramos que no se tomaron en cuenta los goteros con obstrucción total para realizar los á-

nalisis y que el límite mínimo esperado en riego por goteo del patrón de eficiencia es del 85%.

- Los coeficiente de uniformidad obtenido son bajos si consideramos que el límite inferior esperado es de 90%.
- No existe un adecuado tratamiento del agua en la zona, ya que el porcentaje de obstrucción parcial es del 100%, variando el porcentaje de obstrucción total entre el 5 y 30% dependiendo del manejo, mantenimiento y tiempo de instalado el sistema.
- Las altas diferencias de presiones en la mayoría de las unidades de riego pueden deberse a fallas en el diseño hidráulico de los sistemas.
- Los bajos índice de eficiencia y uniformidad en la zona se deben también a los altos coeficientes de variación de manufactura de los goteros seleccionados en la zona.
- Los goteros seleccionado para la mayoría de los sistemas instalados no son los que más se adaptan a las condiciones físico-químico de las aguas de la zona.
- Los principales elementos que se encontraron obstruyendo goteros y tuberías fueron hidróxido férrico y algas Quimiotroficas.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

1. AÑEZ. D., 1979. Metodología para la evaluación integral del riego por Goteo, L.U.Z. Facultad de Agronomía. Venezuela.
2. AÑEZ D. y VALBUENA M. 1979. Consecuencia del mal manejo de los

suelos de Maracaibo - L.U.Z. - Facultad de Agronomía.

3. CONGDON J. M., 1974 Spot Systems I.N.C. Drip Irrigation Manual.
4. GRASSI C. J. 1972. Métodos de riego. Materia de enseñanza N° 72 CIDIAT. Mérida - Venezuela.
5. ICWA PUBLICATIONS. 1971. Presented to the International Experts ponel on irrigation. Tel - Avin - Israel.
6. MORA C. L. 1973. Riego por goteo U.C.V. Facultad de Agronomía.
7. RAZURI L. 1975. Estudios del coeficiente de uniformidad y la eficiencia de aplicación de agua en el sistema de riego de agua en el sistema de riego. Cariaco - CIDIAT - Mérida - Venezuela.
8. SHNEE L. 1960. Plantas comunes de Venezuela, U.C.V. Facultad de Agronomía. Caracas.
9. VALBUENA M. 1977 El método de riego por goteo, L.U.Z. Facultad de Agronomía - Maracaibo.
10. VALBUENA M. 1977. Estudio del sistema de riego por goteo en la planicie de Maracaibo, L.U.Z. Facultad de Agronomía - Maracaibo.
11. VALENZUELA R. T. 1975. Principios básicos del riego por goteo y sus experiencias en la República Mexicana, S. R. H. Momorandum técnico N° 340 - México.
12. VALBUENA M. 1977. Estudio de la eficiencia del método de riego por goteo en los alrededores de Maracaibo, I Seminario Nacional de riego por goteo CIDIAT. Merida - Venezuela.

IV SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE RIEGO POR GOTEO Y RIEGO LOCALIZADO

ACTUALIZACION DE LOS CONOCIMIENTOS DEL METODO DE SUBIRRIGACION DE SUMINISTRO

CONTINUO DE AGUA PARA PLANTAS EN POTES

Ing° Agr° Arnaldo Gorrín H., M.S.

Barquisimeto, 21 al 27 de Junio 1981.

" C. L. A

Escuela de Agronomía, Departamento de Ingeniería Agrícola

Consejo Asesor de Investigaciones y Servicios.

Resumen

En este ensayo se compara la aplicación del agua a plantas en potes por un método por subirrigación de suministro continuo de este líquido a baja tensión (-3 a -6 cm. H₂O) al sistema suelo-planta y el riego tradicional de aplicar agua a la superficie del sistema mencionado, usado por la mayoría de los investigadores que trabajan para crecer plantas de esta forma en Venezuela. El análisis estadístico (distribución "t" de Student) calculado para comparar estos dos sistemas de riego produjo diferencias altamente significativas en la producción total en peso seco de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*), siendo el método por subirrigación propuesto, superior al riego tradicional. Además en el método de subirrigación propuesto se ajusta más fácilmente a condiciones variables en el clima y volúmenes pequeños de suelo, donde el sistema suelo-planta son los factores principales que regulan la cantidad de agua que suministra este tipo de riego. El método por subirrigación propuesto evita tanto las deficiencias como las condiciones de exceso de agua en el suelo, que son tan perjudiciales para el desarrollo de las plantas con mayor facilidad que el riego tradicional. El método por subirrigación obtiene una alta eficiencia en el trabajo del auxiliar para la aplicación de agua a plantas en potes, sin tener un conocimiento previo de esta labor porque la reposición del agua al sistema de riego se hace con cantidades mayores que en el riego tradicional.

INTRODUCCION Y REVISION DE LA LITERATURA

El crecimiento de las plantas en potes está limitado por la poca cantidad de suelo - que tienen a su disposición cada individuo. El riego desde la superficie de este tipo de siembra se complica debido a que dentro de un rango relativamente pequeño de cantidades de agua en el suelo se producen condiciones adversas a su desarrollo tanto por deficiencias, como por exceso de este líquido.

Cuando se tiene deficiencia de agua en el suelo las plantas sufren debido a la deshidratación, pero pueden más o menos adaptarse hasta cierto punto y después del cual mueren (punto de marchitez permanente). Cuando existe exceso de agua en el suelo, las raíces de las plantas sufren por deficiencia del oxígeno, en cuestión de horas - bajo esta condición hay plantas que sufren disminución en su desarrollo y en cuestión de un día mueren (Kramer, 1974) - (Tisdale y Nelson, 1975). Además los experimentos que se hacen en zonas semi-áridas tienen condiciones adversas debido al clima que es tan propenso a la deshidratación de las plantas por los siguientes factores: baja humedad relativa, altas temperaturas y velocidad del viento, altas y variables. Aunque hay períodos cortos cuando llueve, las condiciones para la deshidratación desaparecen. Por estas razones el consumo de agua por una planta va a ser variable en el tiempo. El consumo del agua por una planta también está influenciada por su vigor y estado de crecimiento que necesariamente no son constantes cuando se aplican tantas cantidades como diferentes tipos de nutrientes. Tal es el caso de los ensayos de fertilidad en suelo. De todo lo expresado anteriormente se ve lo difícil que es mantener a todas las plantas creciendo dentro de potes en condiciones adecuadas de humedad del suelo para un óptimo crecimiento eliminando tanto las condiciones adversas - por exceso como por deficiencia de agua. Es de hacer notar que la literatura al respecto citada, frecuentemente, que lo óptimo para el crecimiento de las plantas es cuando se mantiene el rango de humedad en el suelo cerca de la capacidad de campo o al menos no se aproxima al punto de marchitez permanente. (Brady, 1974).

EL NIVEL DE LA HUMEDAD DEL SUELO Y LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

"El agua en el suelo es un factor clave en la absorción de nutrientes: La intercepción de nutrientes por las raíces en suelo húmedo es mayor que si estuviera más seco porque el crecimiento es más extenso. Esto es especialmente importante para calcio y magnesio. El flujo masivo del agua en el suelo para satisfacer las necesidades de la transpiración de las plantas, transporta la mayoría de los nitratos, sulfatos, calcio y magnesio a las raíces. (Tisdale y Nelson, 1975).

Las raíces no reciben generalmente suficiente fósforo y potasio por estos dos métodos ya descritos y es importante la difusión de estos en la solución del suelo. Las plantas absorben nutrientes adyacentes a las raíces y se crea un gradiente de concentración. Los nutrientes se mueven hacia las raíces desde áreas de mayor a una donde es menor la concentración, pero las distancias no es mayor que 0.6 cm. (1/4 pulgada) de dichas raíces. Como esta difusión se produce a través de las películas de agua, la velocidad de difusión de estos depende del contenido de agua del suelo. Con película de agua más gruesa o con contenido de nutrientes mayor en el suelo los elementos pueden moverse por difusión más rápidamente. La absorción de nutrientes está afectada directamente por los niveles de humedad del suelo e indirectamente por el efecto del agua sobre la actividad metabólica de las plantas, aireación del suelo y la concentración de sales de la solución del suelo. Un ejemplo de los efectos directos de la humedad del suelo sobre la absorción del fósforo es la reducción de este a 80%, 50% y 40% por el aumento en la tensión del agua en 1 Bar y 9 Bar respectivamente en comparación con la absorción (100%) a 1/3 de Bar. (Tisdale y Nelson, 1975).

cuando hay exceso de agua en el suelo se producen una asfixación con deficiente oxígeno. Las raíces de las plantas respiran para obtener energía necesaria para absorber nutrientes y por esto necesitan oxígeno. Por ejemplo el aumento adecuado de potasio ayuda a las plantas a satisfacer sus necesidades, aunque estén en condiciones de exceso de agua (deficiencia de oxígeno). (Tisdale y Nelson, 1975).

La forma tradicional usada en Venezuela para riego en el invernadero es la aplicación del agua a la superficie del suelo contenido en potes. Para este tipo de riego es indispensable que la parte superior de la zona de infiltración este saturada para que el agua penetre y fluya a través del suelo, haciendo difícil la aplicación de cantidades de ésta, para que se moje todo el volumen de este suelo, sin que se pierda líquido por drenaje y la consiguiente pérdida de los tratamientos (abonos) en estudio, pues la forma más asimilable de estos es la disuelta.

En caso de no aplicar suficiente agua para que se moje a capacidad de campo todo el volumen del suelo en el pote se eliminaría la pérdida de agua por drenaje, pero la planta tendría menor cantidad de agua disponible y por consiguiente los riegos tendrían que ser forzosamente más frecuentes, con la pérdida de tiempo, de recursos y del marchitamiento más frecuente de las plantas. Estos representan condiciones adversas del método tradicional de aplicación del agua

Cuando se usa el suelo del Valle de Quíbor de baja permeabilidad que presentan el fenómeno de sufusión (la tendencia de un suelo a influir cuando esta saturado de agua) en los ensayos usando el riego tradicional, en estos suelos dentro de los potes permanece por mucho tiempo el agua debido a que en el suelo se sellan los poros más grandes a consecuencia de este fenómeno ya mencionado. Esto produce una paradoja que habiendo agua en la superficie del suelo, las plantas se mueren por marchitamiento perdiéndose un ensayo próximo a la fructificación de un estudio de fertilidad al no tener producto cosechable (comunicación personal del Ing° Jesús Pérez Osal, Dpto. de Suelos U.C.L.A.).

En este trabajo se propone un método de riego por subirrigación, que suministra agua a baja tensión en forma continua para plantas en potes. Este método de subirrigación pretende solucionar la serie de inconveniencias y molestias del método de riego tradicional antes expuesto, para los suelos en general, pero muy en especial para los estudios de ensayos en potes ^{donde} se usan los suelos de baja permeabilidad del Valle de Quíbor.

Para este tipo de suelo el método de riego propuesto es mucho mejor que el riego tradicional, pues al no necesitar la saturación con el agua, se evita el fenómeno de sufusión que es uno de los factores que impermeabiliza en dichos suelos.

MATERIALES Y METODOS DEL DISPOSITIVO DEL SUMINISTRO DEL AGUA *

a) Preparacion del pote:

- 1) Usando hieleras plásticas (Manaplas S.A. Ref. 2317) como envases (para crecer plantas) en cuya base se les abrió tres orificios (16 mm. diámetro) hacia los bordes dispuestos en forma equidistante (en adelante se llamará potes).
- 2) Se instalaron tres (3) trozos de goma espuma (9 cm. x 3 cm. x 2 cm.) tipo "Tápicería económica") atravesando los orificios respectivos hasta 2 1/2 cm. dentro del pote medido desde la base del pote, dejando 6 cm. de longitud de los soportes cilíndricos y 1/2 cm. que sobresalgan por la parte inferior de estos últimos, para asegurar un contacto con la base del depósito de agua (Plato).
- 3) Los soportes de los envases para crecer las plantas son cortados de un tubo - conduit de plástico de 1/2" de diámetro y una longitud de 6 cm. con un cortatubo para que las caras de los extremos sean paralelas, condición indispensable para que sirvan de soportes.

*Nota: Las marcas comerciales que se mencionan, se hacen como puntos de referencia y no como una "recomendación al respecto.

4) En el orificio en la base del pote se introduce entre la goma espuma y el borde de este, un trozo de plástico sólido (4 cm. x 0,2 x 0,33 cm.) que sirva de cuña (en posición vertical) para separar la goma espuma lo suficiente de manera tal que no haya contacto del 100% con el perímetro de este (ver diagrama - fig. 1b. y 1c.). Esto se hace con el fin de que el agua a tensión de -3 a -6 cm. pueda pasar. No hay palabras para hacer énfasis de esto, pues si por alguna razón se obtiene un contacto del 100% entre la goma espuma y el perímetro del orificio mencionado, el sistema deja suministrar agua, tal es la importancia de esta abertura, que en algunos potes se tuvo que poner dos trozos de plástico sólidos, uno encima del otro para que hubiera un suministro de agua.

b) El depósito de agua:

Es un plato de color blanco con diámetro superior de 19 cm. en el inferior, de 14 cm. y de altura 3 cm., tiene además una capacidad máxima de 600 gr. de agua usada para el riego.

c) Llenado del pote con suelo, preparación de este material y contacto goma-espuma-suelo.

Se introduce en el pote previamente preparado como lo indica el aparte a) (1 al 4) 2000.00 gr. (balanza PL 3000 marca Mettler) de suelo seco al aire de baja permeabilidad, tomado de una parcela de 50 m. x 50 mts. en el campo experimental de CIARCO, en Quíbor, que fue dividida en cuatro partes y se tomaron a dos profundidades a: 0 a 20 cm. y b: 20 a 40 cm. para un total de 8 muestras compuestas y tres repeticiones (uno con abono y dos sin abono); para un total de 24 observaciones por cada tipo de riego: el propuesto por el autor y el tradicional. - -

El material de suelo previamente se había triturado, tamizado por 2 mm. y uniformizado en una mezcladora de concreto modificada para este fin. Cuando se introduce el material de suelo en un principio se le da unos golpes en los lados del pote para hacer un mejor contacto entre dicho material y la goma espuma, una vez cubierto todo este material plástico dentro del pote no se sigue golpeando sino que

se llena el resto que falta para los 2000.00 gr. por gravedad. Este contacto suelo-goma espuma es indispensable para que funcione este método de riego, pues es necesario que halla una continuidad entre el agua en el suelo y el agua en el plato a través del agua en la goma espuma.

d) Inicio del Suministro de agua a baja tensión (-3 a -6 cm. de agua).

Se introduce el pote en un recipiente con agua del chorro hasta 2 1/2 cm. por encima de la base inferior de este, por 5 minutos para saturar la goma espuma y humedecer el suelo que está en contacto con este material plástico. Se usa agua del chorro debido a que se asimila a la que se utiliza para regar en el Campo Experimental de CIARCO, en Quíbor.

e) Para determinar si el sistema de riego esta suministrando agua adecuadamente al suelo.

- 1) Se pesa después del período de humedecimiento de 5 minutos, utilizando un plato para recoger el agua que escurre. La tara será el peso del plato y el agua que escurra durante la pesada, con este tipo de balanza, esta operación se hace automáticamente y da el peso: del pote preparado y del suelo y del agua absorbida solamente.
- 2) Luego se transfiere a otro plato con agua que está sobre el mesón por 30 minutos y se pesa nuevamente con el procedimiento en la parte (1) de este párrafo, pero esta vez es necesario que el plato tenga agua para que durante la pesada siga absorbiendo agua y no se vaya a perder la continuidad en este líquido (aparte c).
- 3) Si el aumento de peso es significativo (5 ó más gramos, se vuelve a poner en el plato sobre el mesón por otros 30 minutos, debe haber absorbido mayor cantidad de agua que en el primer período de remojo (parte 2), si ésto es así, el sistema está trabajando adecuadamente.

- 4) Se transfiere nuevamente al plato que está en el mesón donde hay ahora una cantidad de agua que se considera adecuada para humedecer aproximadamente la mitad del volumen de suelo con que se está trabajando previamente determinado.
- 5) Si el sistema "NO" está suministrando agua adecuadamente los más probable es que se necesite introducir otro trozo plástico sólido (0.4 cm. x 0.2 x 0.3 cm), encima del que ya está instalado, pues quizás se ha producido un contacto al 100% entre la goma espuma y el perímetro del agujero en la base del pote y se vuelve a comprobar el suministro de agua como se menciona en el aparte l de esta sección. Antes de hacer el trasplante se procedió a introducir en la parte media superior del volumen del suelo el abonamiento inicial que se explica en la sección de tratamiento.

f) **Trasplante de las plantas de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*)**

El día 11-08-79; se transplantaron las plantas de Pasto Buffel usando los siguientes pasos:

- 1) Se vacía aproximadamente la mitad del volumen del suelo sobre un papel plástico u otro material adecuado. Es necesario hacer énfasis que el material de suelo humedecido que está en contacto con la goma espuma que no se desprenda durante esta operación y por esto es indispensable hacer un soporte, con una espátula sobre el suelo cuando se voltee poco a poco para que dicho volumen del suelo no se salga de una vez. Esto también se hace cuando se saca el suelo para agregar el abono.
- 2) Se trasplanta el pasto Buffel cubriendo adecuadamente las raíces con el suelo seco al aire y de una vez se transfiere otra vez al envase donde se saturó la goma espuma (aparte el por un período de 15 minutos y se vuelve a comprobar el suministro de agua (aparte e). Si el sistema está suministrando agua adecuadamente se ponen los potes en platos llenos de agua hasta que el borde para verificar el buen funcionamiento del sistema de riego con solo ver el plato. --

Como el suelo que se está usando tiene la característica de tener una permeabilidad muy baja al agua y deseando evitar la desecación de las plantas se les gregó alrededor de 120 gr. de agua a través de la superficie superior del suelo para humedecer más rápidamente la parte de este que estaba todavía seco al aire.

- 3) Se dejó dentro del Laboratorio (sobre el mesón) hasta que tuvieran el primer brote para que se aclimataran a las nuevas condiciones de suelo-agua y no se murieran por desecación, debido a que las raíces todavía no estaban funcionando adecuadamente y no absorben las cantidades de agua necesaria para sobrevivir bajo las condiciones de sol directo que existe comúnmente en Parquisimeto. Se transfirieron para el invernáculo después de las 4 pm., cuando la temperatura descende para que tuvieran una noche para mejor adaptación al clima exterior existente.

g) El Dispositivo para mantener el nivel del agua a un nivel constante en cada plato.

- 1) Se toma un envase de plástico de un galón de capacidad (aproximadamente 4l). y se perfora un agujero en el tapón de plástico que corresponde a dicho envase y se le introduce un tubo de plástico ($3/16$ "^{de diámetro} x 65 cm. de largo aproximadamente).
- 2) Se llena de agua el envase de plástico y se le instala el tapón con el tubo de plástico (1,5 dentro del pote y 5 cm. afuera) y se invierte introduciendo el extremo libre del tubo dentro del plato. Cuando las presiones del agua dentro del envase de plástico y la que esta en el plato se equilibran, se mantiene el agua en este último a la altura donde se encuentre el extremo libre del tubo plástico mencionado. Ver diagrama correspondiente en el fig. 1A.
- 3) Humedecimiento de la superficie del suelo del tratamiento de riego propuesto.

Quando estos suelos se secan demasiado en la superficie, se vuelven sumamente -

duros impidiendo la salida de los rebrotes del pasto Buffel. Para evitar el endurecimiento de la superficie del suelo en el tratamiento de riego propuesto - se le agregó diariamente de 60 a 120 gr. de agua dependiendo de la sequedad a que estaba la superficie del suelo para el momento.

h) Tratamientos:

1) Se tienen dos sistemas de riego: (1) el propuesto en este trabajo ya descrito en secciones anteriores y (2) el tradicional donde el agua se aplica en la superficie del suelo dentro del pote (con el dispositivo de goma espuma, etc. como si fuera el riego propuesto). Se está comprobando la efectividad de los dos sistemas de riego con y sin abono aplicado, por lo tanto, hay cuatro tratamientos: (1) riego propuesto con abono, (2) riego propuesto sin abono (3) riego tradicional con abono y (4) riego tradicional sin abono.

2) La efectividad de los tratamientos de este experimento se está midiendo por la producción de la materia orgánica: verde y seca producida por plantas de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*). Se hace la cosecha cuando el pasto produce la espiga para tener una edad fisiológica uniforme. Para el primer corte fue efectivo este criterio, pero para los tratamientos sin abono se tuvo que cambiar el criterio, pues, dejaron de producir espigas y se cortó cuando las hojas inferiores se estaban secando y ya no se apreciaba crecimiento.

3) Abonamiento: Como abono se usó reactivos químicos puros para análisis, agregando las siguientes cantidades de solución 1M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 50 ml; 1M KNO_3 , 50 ml; 1M $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 40 ml.; 1M KH_2PO_4 , 10 ml; 0.1% Quelato de Hierro, 10 ml y Microelementos, 10 ml; a cada pote con 2 kilogramos de suelo.

La composición de la solución de Microelementos es la siguiente:

$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 1.8 gr; H_3BO_3 , 3.0 gr. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0.3 gr; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0.1 gr; H_2MnO_4 , 0.1 gr. y $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, 0.1 gr. en agua destilada hasta completar un litro.

El abono se aplicó antes del transplante a la mitad superior del volumen del

suelo aproximadamente, debido a que se aplican en forma de soluciones, cuando se mojaba mucho el material de suelo se dejaba secar al aire en unos tamices (numerados) y se continuaba cuando se secaban lo suficiente, agregando poco a poco estas soluciones hasta aplicar el total de abono.

Con esto se quería evitar que sobre el plástico apareciera una suspensión de suelos-solución que se traduciría en una pérdida del tratamiento y de la muestra de suelo. Cuando se hizo el trasplante de las plantas de pasto Buffel el material de suelo estaba bastante seco al tacto.

Después de la cuarta cosecha (6-11-79) se empezó a notar signos de clorosis en las plantas que recibieron abono para corregir este defecto y además obtener más información de las características del sistema de riego propuesto. Este abono se aplicó de las siguientes formas:

- 3.1. A la superficie del suelo pero las soluciones nutritivas a diferentes tiempos:
 1M KNO_3 (10 ml el 05-12-79), 1M KH_2PO_4 (1 ml. el 12-12-79), 0.1% quelato de hierro (1 ml. el 07-01-80), Microelementos (1 ml. el mismo día 07-01-80) y 1M M SO_4 (4 ml. el 11-1-80).
- 3.2. A la superficie del suelo pero todas las soluciones el 15-01-80 1M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (5 ml.), 1M MSO_4 (4 mol), 1M KH_2PO_4 (1 ml), microelementos (1 ml.), y 0.1% quelato de hierro (1 ml.).
- 3.3. A través de la goma espuma (sistema de riego) en tres frascos diferentes el 11-12-80: el primero: 1M KNO_3 = 5 ml) y 1M KH_2PO_4 (1 ml) y el segundo: 1M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (5 ml) y 0.1% quelato de hierro (1 ml) y el tercero: 1M M SO_4 (4 ml) y micronutrientes (1 ml). Para el sistema de riego tradicional se aplicó a la superficie en estas fechas mencionadas arriba.

RESULTADOS:

La superioridad del sistema de Riego propuesto (R-P) sobre el sistema de riego tradicional (R-T) en el suelo de muy baja permeabilidad del Valle de Quíbor, se observó desde el inicio de este ensayo en el invernáculo. En general el pasto Buffel trasplantado (11-08-79) y aplicando el agua de R-P le salieron brotes primero, y para el día 17-08-79; salieron brotes a las dos últimas que faltaban con el sistema de R-P, mientras para este día le salieron brotes a 6 de las plantas con R-T y dos de las plantas se observaron como muertas y las raíces se observaron necróticas, pero con el R-P todas las plantas vivieron.

En un principio el desarrollo de las plantas en general fue mejor para el tratamiento R-P con abono (con excepción de la planta N° 1), seguido por el tratamiento R-P sin abono, después del R-T sin abono y por último el R-T con abono (ver tabla 2). Este orden descendiente en el desarrollo de las plantas de pasto Buffel para la fecha (25-4-79, 46 días después de trasplantadas) del primer corte se puede sólo observar en la tabla 2 en los datos extremos, pues ya se había entrado en el período de transición a otra ordenación en el desarrollo de las plantas de los tratamientos que aparecen en la tabla 1 de producción total. Los detalles más obvios de la tabla 2, es que el tratamiento de R-P con abono, es el mejor en producción, tanto de peso verde como seco y los otros tres tratamientos no tienen grandes diferencias que se puedan considerar como significativas. Los datos extremos indican la ordenación de los tratamientos antes mencionados y se observa que para el R-P sin abono, tiene 3 plantas (1_a: 53.8; 3_b : 56.6 y 4_a: 54.2 gr) con peso verde mayores que la planta mejor (2 b: 53.5 gr.) del R-T con abono. El valor de peso seco y verde menor de la tabla 2, se encuentra en el tratamiento R-T con abono en la planta 3_a. (2.5 y 12.3 gr. respectivamente).

Las plantas con R-T se mantenían con agua en la superficie del suelo por mucho más tiempo que en las plantas con R-P, esto es un factor adverso muy importante para el crecimiento de las plantas agrícolas en general, pues esta condición de saturación

produce deficiencias de oxígeno en el suelo. Es bueno señalar, en este momento que las plantas con R-P se les agregó entre 60 a 120 gr. de agua para humedecer la superficie del suelo, que en estado seco es tan dura que impide físicamente el paso de los brotes de pasto Buffel. La aplicación de estas pequeñas cantidades de agua casi diariamente no forma un sello y el agua desaparecía de la superficie del suelo rápidamente, además se dió el caso que un brote levantó parte de la superficie del suelo como si fuera un sombrero.

La desaparición del agua aplicada a la superficie del suelo con plantas que tenían el sistema de R-P, indica que este sistema sirve también de drenaje, pues el agua es ta a tensión. Como consecuencia de esta observación se le cortaron la goma espuma del tratamiento R-T con abono y esto produjo una baja en los rendimientos y una mayor impermeabilización de la superficie de los suelos, pues el agua se quedaba más tiempo en la superficie que antes de cortar dicha goma espuma. Este efecto de un sistema de drenaje permitió en cierto grado un aumento en la producción de materia orgánica obtenida en este tratamiento R-T con abono y las diferencias hubieran sido mayores entre este tratamiento y el R-P con abono y se hubiera acercado más a los valores obtenidos con el tratamiento de R.P sin abono.

La planta N° 1 del tratamiento R-P con abono para el primer día cuando se trasplantó (11-08-79) se le usó para comprobar el hecho de que el agua no iba a humedecer todo el volumen del suelo con el sistema de R-P y se dejó hasta el día siguiente, cuando se le observó marchitamiento fue cuando se le agregó 120 gr. de agua, que produjo una condición de saturación de agua por varios días. A consecuencia de estos dos factores adversos se produjo un "Stress" bastante fuerte, en un principio, su desarrollo fue tan malo como las plantas de peor desarrollo del tratamiento R-T con abono, pero 17 días después de trasplantadas (1-9-79) ya estaban en mejores condiciones que las plantas de peor desarrollo de este tratamiento y para el primer corte esta planta produjo casi el triple en materia orgánica (peso seco y verde de 93.5 y 22.7 gr. respectivamente), que la planta N° la del tratamiento R-T con abono (36.4 peso ver-

de y seco 7.3) y tenía una producción mucho mayor que la mejor de este tratamiento - la planta N° 2b; 53.5 y 16,4 (peso verde y seco respectivamente), ver tabla N° 2.

En la tabla N° 1 observamos el siguiente ordenamiento decreciente de los tratamien- tos según su desarrollo, expresados en producción total de materia verde y seca en - gramos/2 Kg. suelos: (1) R-P con abono, (2) R-T con abono (3) R-P sin abono y (4) - R-T sin abono. Esto nos indica que el sistema de R-P bajo condiciones similares de - abonamiento es mejor que el R-T. Esta observación se comprobó estadísticamente (dis- tribución t) comparando las medidas de los dos sistemas de riego y para los valores de peso seco de la producción total, dió diferencia en los valores altamente signifi- cativos, siendo el sistema de R-P muy superior al R-T. Otra observación notable de la tabla 1 es la planta N° 4a. produce la mayor cantidad de peso verde (575,9 gr) y - el segundo mejor en peso seco (132,0 gr) en el sistema de R-P con abono, pero es la de peor producción en el sistema de R-T con abono tanto en peso verde: 160,7 gr. co- mo en peso seco; 35,9 gr. y esto representa un aumento en la producción de: 3,6 y - 3,7 veces respectivamente de peso verde y seco, debido al uso del sistema de R-P; - aunque esto sea un caso extremo, ilustra bien la superioridad de este sistema de rie- go con respecto a la forma tradicional de regar plantas en potes. También de los da- tos de la tabla 1 se observa que el sistema de R-P con abono la producción de pasto Buffel es más uniforme que en el sistema de R-T con abono las diferencias de peso se- co son: 38,3 gr y 53,6 gr (valor mayor menos valor menor en cada tratamiento) respec- tivamente y si se calcula el coeficiente de variación para los dos tipos de riego - con abono nos dá 13,83% (R-P) y 30,63% (R-T) y para el R-P hay una variabilidad in- corporada por stress inicial al incluirse la planta N° 1. Apreciaciones visuales de- terminaron que el volumen del suelo en los potes con el sistema de R-P con abono era mayor que el encontrado en los potes con el sistema de R-T indicando una mayor com- pactación para este último tratamiento. Además se observó que la orilla de la super- ficie del suelo en los potes con el sistema R-T estaban a mayor profundidad que en el centro, indicando que el material había movido desde arriba hacia abajo, cosa que

no ocurrió en el sistema de R-P pues, el agua de humedecimiento que se aplicó a la superficie no tuvo efectos visuales adversos de compactación y movimiento de partículas de suelo desde la superficie.

La mayor compactación que se observó en los pots donde se usó el sistema de R-P - fue en la planta N° 1a. que tuvo sometida a condiciones de saturación de agua en la fase inicial del ensayo.

En la tabla N° 3 aparece la cantidad de agua que se evaporó de las muestras de suelo cuando se secan al aire dentro del laboratorio para los 2 tratamientos de riego usados cuando se les aplicó abono. Usando los valores promedios de los suelos con el R-P (784,26) y el del R-T (690,24) nos indica que hubo una mejor hidratación cuando se utilizó el R-P además el coeficiente de variación es de 6,56% (R-P) y 8,50% (R-T), indicando una mayor uniformidad en la cantidad de agua aplicada por el sistema de R-P. Es de hacer notar que estos suelos son muy inestables cuando se aplica agua a la superficie y varios días después de terminados el experimento en algunos suelos con el R-T en la superficie todavía había agua que aparecía cuando se manipulaban para hacer las pesadas correspondientes, aunque el agua de todos los pots se decantó al terminar el experimento de producción de pasto Buffel. Se hace esta salvedad pues el peso promedio hubieran sido menor, si no se hubiera presentado este efecto para los suelos que se sellaron al agua.

Para mejorar la eficiencia en el trabajo físico de aplicar el agua al sistema de riego propuesto, sería una gran ayuda poder reponer este líquido en cantidades lo suficientemente grande para que dure una semana ó más. La solución de este problema se resolvió usando un dispositivo de carga constante para cada plato (ver figura 1a) y se podía aplicar aproximadamente 4 l en cada reposición suficiente para una semana ó más.

DISCUSION

El presente trabajo es la actualización de los conocimientos de uno presentado en el VI Congreso Venezolano de la Ciencia de Suelo (Gorrín, 1980a).

El objetivo inmediato de este trabajo es el evaluar el sistema de riego propuesto en esta investigación comparándolo con el sistema de riego tradicional, para sopesar cual es el sistema que tiene la mejor condición que permitan desarrollar plantas dentro de potes. Y el objetivo a largo plazo es el incremento en la eficiencia tanto del uso del agua y como la mano de obra en el riego de las plantas en potes minimizando la "variable agua" en ensayo de fertilidad, para que los tratamientos de fertilidad bajo estudio sean mejor medidos por la producción total obtenida del cultivo.

Los principios por los cuales se moja el suelo en los dos sistemas de riego: el tradicional y el propuesto son diferentes. En el sistema de riego tradicional para que penetre el agua es indispensable la saturación de este líquido en la capa superficial, el agua penetra a los poros capilares y no-capilares y es a través de estos últimos que atravieza el suelo más fácilmente cuando llega a la parte inferior de la masa de suelo, para que pueda salir por el fondo del envase es necesario que venza la tensión superficial de los poros en la interfase agua-aire. La segunda ley del flujo de la humedad del suelo dice: "El agua fluirá a través de una interfase aire-agua solamente cuando la presión hidráulica sea suficientemente mayor que la presión atmosférica para que venza la tensión superficial del fluido." (Gavañde, 1972). Esto producirá una presión positiva en el agua en la parte inferior del pote igual a la tensión superficial que se tiene que vencer. Como se considera a la presión de la superficie del agua libre a una atmosfera como el punto cero, para medir presiones. Toda presión positiva del agua en un suelo produce condiciones de saturación con este líquido y afecta la aireación en dicho suelo.

Para el riego propuesto el suministro de agua se hace por Subirrigación en forma continua y una tensión entre -3 a -6cm de agua, el agua no sube por capilaridad por la goma espuma y es indispensable que haya y se mantenga una continuidad en el agua que existe en el suelo, en la goma espuma y en el plato, pues es la atracción

capilar del agua por el suelo y por las plantas, si existen, lo que produce la fuerza para que el agua se eleve desde el plato. La hidratación del suelo con el riego propuesto se hace por ascensión capilar y por lo tanto a través de los poros de tamaño capilar no pudiendo llenar los poros de tamaño grande llamados no-capilares pues el agua esta bajo tensión.

Es bueno señalar en este momento, que el sistema de riego propuesto es también un sistema de drenaje pues el agua en el fondo de los potes esta a una tensión de -3 a -6cm agua y si se aplica agua a la superficie del suelo esta fuente de succión drena el agua para matener el equilibrio a la tensión mencionada (ver Fig. 1b).

La mayor producción total de pasto Buffel en el sistema de R-P se puede explicar por el mejor suministro de agua en forma continua a baja tensión (-3a-6cm H₂O) que permita una mejor hidratación de los suelos sin que se produzca un exceso de agua que impide una buena aereación en el volumen del suelo disponible a las raices de la planta. Tisdale y Nelson (1975) señalan que la disponibilidad de los nutrientes es mayor mientras mayor sea la hidratación de los suelos teniendo su máxima disponibilidad a capacidad de campo (1/3 de Bar.). Habiendo un decrecimiento de esta disponibilidad cuando el agua en el suelo decrece por debajo de la capacidad de campo, debido a que los mecanismos que influyen en la disponibilidad de los elementos esenciales decrecen con el contenido de agua en el suelo (difusión de iones, traslocación masiva y la intercepción de los iones por las raices se dificulta). Y cuando aumenta el contenido de agua por encima de la capacidad de campo empieza a producirse un bloqueo en los macroporos que impiden la difusión de oxígeno, esencial dicho elemento para la respiración de las raices dentro del suelo. Es sabido que la respiración de las raices es indispensable para absorver los nutrientes esenciales por este órgano de las plantas.

También incide en el buen desarrollo de las raices la compactación del material de suelo en los potes con el sistema R-I. Esta compactación se produce debido a la baja estabilidad de los agregados cuando se saturan de agua, produciendo el fenómeno de sufusión (Gasperi Nago, 1978), donde toda la masa suelo-agua tiende a fluir

como si fuera un líquido, esto produce un reacomodo de las partículas del suelo disminuyendo / el tamaño de los poros que sellando este material impide el paso del agua, produciendo una paradoja, pues habiendo agua en la superficie del suelo en los potes, en la parte inferior de este, las raíces de las plantas al no tener suficiente agua para mantener la transpiración se mueren por desecación (El Ing. Agr. Jesús Pérez -- Osal perdió plantas en ensayo usando este tipo de suelo por esta causa, comunicación personal). En este ensayo se observó que en los potes en que se aplicó el R-T la superficie del suelo bajo mucho más que en los potes donde se usó el R-P, pues este efecto no se presentó cuando se utilizó este tipo de riego. Además este efecto se pronunció más en los bordes del material del suelo que en el centro de la superficie de dicho suelo, con R-T pues en el R-P tampoco se presentó este efecto. Es bueno de señalar que en el R-P con abono, la planta en que se observó la menor producción total es la N^o 1a donde inicialmente se produjo una condición de ^{sa}curación con agua aunque este sistema de riego pudo vencer bastante bien los efectos negativos de este fenómeno, el volumen del suelo era el menor observado en este tratamiento. La mayor uniformidad en la producción observada en la tabla 1 cuando se usó el R-P que cuando se utilizó el R-T se explica por la mayor uniformidad de aplicar cantidades de agua en el primer tipo de riego mencionado, como se observa en la tabla N^o 3 y en un trabajo anterior (Gorrín, 1978).

Aunque la cantidad de agua en la tabla N^o 3 de este ensayo no es tan representativa del agua disponible por las plantas cuando se usó el R-T, pues hay una cantidad de agua en la superficie que está a una presión cero, pero como no puede comunicar este líquido con las raíces de las plantas y por lo tanto utilizarla, pero en el R-P el agua que está disponible si la pueden utilizar en su totalidad.

Este efecto redundaría tanto en la cantidad disponible como en los cálculos del coeficiente de variabilidad obtenido para el R-T con abono. Otro detalle de la tabla 3 es que se está midiendo el agua del suelo seco al aire aunque no toda este tipo de agua está disponible a las plantas, pero la parte que no está disponible si en constante y cualquiera diferencia en la cantidad de agua debido a que se está usando la misma

muestra de suelo indicaría una superioridad del que tuviera mayor valor numérico. Estos resultaron ser los suelos con R-P. El hecho que el R-P pueda suministrar agua a baja tensión (-3 a -6 cm de agua) en forma continua permite hidratar el suelo hasta que se produzca un equilibrio en el agua por la atracción capilar en dicho suelo, sin que se forme un estado de saturación (presión cero o positiva) con este líquido. En un suelo blanquecino del Estado Lara que no son impermeables como los que están usando en este ensayo, esta extraordinaria hidratación mantiene a todo el volumen del suelo con agua y su superficie es blanda y húmeda sin que produzca una deficiencia de oxígeno como lo evidencia un desarrollo vigoroso de las raíces en el total del volumen del suelo y produce en los lados de las paredes y en el fondo una malla tupida formada por estas, pero todavía se observa otro detalle casi paradójico, pues es un signo de exceso de agua la presencia de una capa fuerte de microorganismos de color verde y negros que forman una protección en las superficies y por debajo adyacente de esta capa se forman una zona de raíces fibrosas muy abundantes. El desarrollo de la raíz fue tal que se pegaron a la lata con pintura asfáltica por dentro, con tal fuerza que no fue posible después de que estuviera seca desprender la masa de raíces y suelos y, se tuvo que cortar la lata para poder separarla.

Aunque se usara un chorro fuerte de agua para separar el suelo de las raíces, -- previo un remojo de 24 horas en agua, no fue posible esta separación debido a la acción protectora de las raíces en todo el exterior de la muestra de suelo y se tuvo que cortar la masa de raíces en dos partes. Observando en el interior de la muestra de suelo una distribución bastante uniforme de raíces gruesas y fibras a través de todo el volumen, un hecho contrastante con las raíces obtenidas por el R-T en pote donde las raíces se concentran en la periferia (lados y fondo hacia los lados del pote) dejando muy pocas raíces en el centro del volumen del suelo y sin raíces fibrosas en la superficie.

Otra gran ventaja del R-P es que el agua que suministra al sistema suelo-planta, puede aumentar o disminuir según lo demande la planta, pues cuando hay variaciones ta

les como: en el calor el viento (invernáculo) o en el tamaño de la planta, o en la di-minución de la humedad relativa; aumenta la succión del agua en las raíces y estas toman más agua del suelo o de la goma espuma (las raíces penetran este material). El hecho de que ocurra, está evidenciado por la total ausencia del marchitamiento durante largos meses. Se hicieron observaciones bastantes intensas durante el período comprendido entre las 11am y las 4pm, para comprobar este fenómeno. Además fue este fuerte marchitamiento en el sistema de R-T después del medio día, aunque se habían regado en la mañana lo que motivó a buscar como se podría mejorar la aplicación del agua a las plantas en potes, pues el autor consideró que no se podía achacar toda la variabilidad a los tratamientos de fertilidad teniendo esta variable "agua" confundida. Creo que este marchitamiento en las plantas en potes con R-T es muy común en el invernadero o invernáculo entre las horas de 12am a 2pm en días calurosos. Quiero ^{hacer} énfasis que esta adversidad está bastante superada por el R-P para condiciones externas bastantes favorables al marchitamiento como son las de Barquisimeto con un clima semi-árido. Siguiendo con otro mérito del R-P, si el clima se vuelve poco propenso a la evaporación (temperatura relativamente baja, humedad relativa cerca de 100%, tamaño más pequeño en la planta (después del corte del pasto Buffel) poco viento), el sistema también se regulariza automáticamente y deja de suministrar tanta agua (se disminuye la atracción capilar en el suelo), pero nunca se llega a la deficiencia de oxígeno - por ejemplo cuando un obrero regó en exceso y hubo un cambio brusco en el clima y con ello menos demanda de agua y las plantas quedan durante un tiempo con exceso de agua, esto puede ocurrir en el R-T. Es importante señalar que para los suelos de baja permeabilidad del Valle de Quibor, el factor más importante para la producción de plantas es la penetración del agua a través de la superficie sin que se selle al paso de este líquido, pero debido a que en el riego tradicional esto es imposible evitar, por lo indispensable de que se sature la capa superior del suelo para que el agua penetre. Sería altamente beneficioso poder ^{usar} el principio del R-P en el campo, pues no se produciría el sello característico, ya que con este tipo de riego nunca llega a satu-

rarse el suelo, pero además permitirá corregir en algo otro factor limitante bastante serio como es la acumulación de sales, pues el R-P, es a la vez un sistema de drenaje. Este permite la posibilidad del lavado de sales solubles algo imposible en el R-T. La salinidad no permitirá que haya una agricultura permanente bajo riego por mucho tiempo, pues se sabe que ocurrió a las civilizaciones agrícolas de la antigüedad y el autor ha observado que suelos alrededor de lagunas artificiales no se cultivan por exceso de sales. Otro punto que es bueno recalcar es que en este ensayo, deseando que no existieran deficiencias nutricionales, cuando se habla de abono, no solo se aplicó N, P, K, si no todos los 17 nutrientes esenciales que se aplican en forma mineral (N,P,K,Ca,Mg,S,Fe,Mn,Cl,B,Zn,Mo,Co, y Cu)(sección métodos "F"), y el H y O en forma de agua y el C del CO₂ del aire. Esto se hizo para tratar que las diferencias medidas en los rendimientos fueran causadas por los tipos de riego solamente, pues se usaron suelos y abonamientos iguales y climas similares, pero se situaron las plantas con R-T en la parte de la periferia del invernáculo evitando que se concluyera que lo medido fuera un efecto de "bordura" (pues se produce mejores rendimientos en esta posición). La aplicación inicial de "abonos" se hizo en la mitad superior del volumen del suelo en forma uniforme y fue la que más rendimientos totales produjo, seguidos por la aplicación de todos los nutrientes a la vez introducidos a través de la goma espuma, seguida por todos los nutrientes aplicados a la vez a la superficie y por último casi no se vió respuesta cuando se aplicó nutrientes en forma de una ^{sal} cada vez como se observa en la sección de métodos ya aludida anteriormente. El mejor efecto de la aplicación de los nutrientes a través de la goma espuma sobre la recuperación del color verde y ritmo de crecimiento se puede explicar por el hecho que estos se aplicaron desde la parte inferior del pote y así pueden llegar a tener los nutrientes mayor contacto con el sistema radicular bajo el impulso del flujo del agua, que es ascendente. Se sabe que hay en el fondo del pote una gran proliferación de raíces y también hay un desarrollo de raíces dentro de la goma-espuma. Este efecto de la aplicación de abonos a través del sistema de riego es un punto muy

importantes para los estudios del ciclo total del desarrollo de un cultivo en potes pues es casi imposible aplicar la cantidad total de fertilizantes al inicio del estudio, debido al efecto de salinidad que se presentaría, por causa de la cantidad de sales solubles de estos fertilizantes y el peligro se aumentaría debido al pequeño volumen de suelos usados. En el campo, la fertilización se aplica, una parte a la siembra y otra parte, al empezar la floración para evitar el efecto de salinidad de los fertilizantes. También estos se pueden aplicar a diferentes profundidades en el campo pero con el volumen tan pequeño imposibilita esta alternativa, cuando se usan potes. La aplicación de nutrientes a la superficie del suelo tiene la gran desventaja de que los cationes son fijados por los coloides en la zona de la superficie, esto se debe a la atracción ^{por} cargas negativas. El fósforo (fosfato) que es poco móvil en el suelo, también se queda en esta zona. En los suelos de muy baja permeabilidad este efecto de la concentración de nutrientes en la superficie es agravado, pues se impide el paso rápido del agua a través de la superficie, concentrando en esta zona superficial tantos los nutrientes mencionados con el agua. Este hecho produce condiciones favorables a la reducción de los compuestos nitrogenados, pudiéndose perder el nitrógeno en forma de gas (N_2) a la atmósfera.

El sistema de R-P tiene una mayor cantidad de trabajo en el momento de iniciar el ensayo. En este se tiene que preparar el pote y comprobar si el sistema esta suministrando agua adecuadamente. En esta comprobación de la hidratación del suelo se puede observar la facilidad con que este se humedece y por lo tanto, la facilidad con que la planta obtiene este líquido. Esta información sobre la variable humedad en el suelo, es tan importante para la producción total como el mismo abono. El agua ya a dicho, es uno de los factores mas limitantes, tanto en el campo como en los ensayos donde las plantas crecen en potes, realizado en una zona semi-árida donde está ubicado el invernáculo (Barquisimeto, Edo. Lara).

El sistema de R-P también se puede usar para inferir si hubo cambios en la hidratación del suelo, sin tener que saturarlo o sacarlo del envase. Esto permite el uso de una muestra de suelo más de una vez y conseguir información si hubo cambios en la

relación suelo-agua debido a los efectos de los tratamientos aplicados al final de un ensayo.

Con una modificación en la forma física del dispositivo de aplicación de agua a baja tensión del riego propuesto se amplió la utilidad del suministro del agua en esta forma a la producción de plantas en semillero dentro del invernáculo (Gorrín, 1980b), el abono y el riego de plantas en bolsas de polietileno donde se obtiene una rápida respuesta de ambos (Gorrín, 1980c). El dispositivo modificado también se puede utilizar en el campo como aplicador de abono tanto en forma líquida como sólida (Gorrín, 1980d). En forma sólida el fertilizante se introduce en el dispositivo y después al agregar agua que lo va disolviendo poco a poco y el aparato lo aplica al suelo cerca donde están las raíces de las plantas. La gran respuesta que se observa en las plantas cuando se usa dispositivo se debe a que el agua o la solución de abono es aplicada bajo tensión y se difunde por capilaridad a través del suelo en la capa superior donde se concentran las raíces. Hay poco lavado pues el agua pasa por los poros grandes como cuando se aplica agua a la superficie como el riego en forma tradicional. Para evitar la lixiviación de los abonos aplicados por el dispositivo es bueno que en el campo no se aplique agua en la forma tradicional a la superficie del suelo cerca del dispositivo. Para que el dispositivo funcione es necesario que el agua del suelo tenga suficiente tensión para que se transfiera el agua o el abono disuelto a dicho suelo y por lo tanto se debe evitar la saturación.

CONCLUSIONES

La superioridad del sistema de riego se observa en los siguientes aspectos:

- 1.- El R-P hidrata mejor el volumen del suelo sin que se produzcan condiciones de -
deficiencia de oxígeno, permitiendo una total exploración del volumen del suelo
por el sistema radicular (específicamente fibroso) observándose siempre menor -
marchitamiento en estas plantas que, en las cuales se usó el R-T.
- 2.- Se puede suministrar mayor cantidad de agua por cada reposición, permitiendo -
más tiempo entre reposiciones. La cantidad de agua aplicada al R-T es un pro -
blema considerable, pues a veces se agrega agua por la mañana y a las pocas ho -
ras entre 12 y 2 p.m las plantas presentan marchitamiento. Al R-P se le puede
reponer 4 litros de agua de una vez y este sistema se encarga de distribuirla -
poco a poco y continuamente, según lo necesite la planta y pueda durar hasta u -
na semana o más en este proceso.
- 3.- En el R-P la aplicación del agua es por la parte inferior del pote (subirriga -
ción) y a baja tensión. Esto evita la formación de costras debido a la disper -
ción de las partículas del suelo por agua en la superficie. Como el agua se a -
plica a baja tensión se evita el fenómeno de sufución que presentan los suelos
del Valle de Quibor. Este fenómeno produce una baja en la permeabilidad del
suelo característico del R-T.
- 4.- Con el R-P no se necesita gran conocimiento ni entrenamiento para regar plantas
dentro de potes, pues es la tensión en el agua dentro del sistema suelo-planta
lo que regula la cantidad de agua que pasa a través de la goma espuma a di -
cho sistema y no es el regador el que toma la decisión de la cantidad de agua a
suministrar como en el caso del R-T. En el R-P solo se tiene que mantener agua
en los platos, llenando un envase de plástico de 4 litros y esto permite usar -
personal menos calificado.
- 5.- El R-P permite aplicar agua a muchas plantas en menos tiempo y por lo tanto es
más eficiente en lo que se refiere al trabajo del personal auxiliar. En un mo -
mento dado se pueden aumentar el número de observaciones o de tratamientos para
obtener una mayor cantidad y calidad en la información de un estudio.
- 6.- El R-P aplica el agua al sistema suelo-planta en una forma mucho más uniforme
que el R-T; eliminando así una gran cantidad de variabilidad en la producción
de las plantas debido a falta de agua y/o deficiente de oxígeno. Esto mejora
los efectos de los tratamientos de fertilidad bajo estudio donde se usan plan -
tas en potes.

- 7.- El R-P se adapta mejor a las condiciones de estudio intensivo existente en la Escuela de Agronomía, U.C.L.A., permitiendo a los estudiantes cuidar de las plantas en potes, en condiciones de invernadero o invernáculo y a la vez seguir estudiando casi con el mismo ritmo como si no tuviera este trabajo extra. La reposición se puede hacer semanalmente y sin que las plantas se marchiten, esto no se puede obtener con el R-T.
- 8.- Con el sistema de R-P es más fácil contabilizar la cantidad de agua usada en comparación con el R-T, permitiendo así una estimación de la evapotranspiración del sistema suelo-planta.
- 9.- Como el R-P, tiene una mayor efectividad en la aplicación del agua y abonos al sistema suelo-planta, se puede estudiar el ciclo evolutivo de una planta en un pote con más facilidad que en el R-T.
- 10.- El sistema R-P permite obtener información sobre la relación suelo-agua antes de empezar el ensayo con mayor facilidad que en el R-T. Además se presta para evaluar cambios en la velocidad con que se ha hidratado un suelo una vez terminado un ensayo. Sin tener que saturar o sacar el suelo del pote.
- 11.- El R-P permite usar volúmenes de suelo más pequeños por observación que en el sistema de R-T. Esto debido a que en el primero se aplica el agua en forma continua. Las raíces de las plantas en el R-P se distribuyen de tal forma que exploran totalmente el volumen de suelo dentro del pote, semejando más la situación real que se produce en el campo en comparación con el R-T.
- 12.- El R-P además de ser un sistema de aplicar agua en mejores condiciones que el R-T es a la vez un sistema de drenaje que impide que se produzcan condiciones de saturación con este líquido. En el sistema R-T es indispensable la saturación para que se realice la distribución del agua y además cuando este líquido sale a través del fondo del pote es indispensable que la presión sea positiva para así vencer la tensión superficial en la interface agua-aire en este sitio.

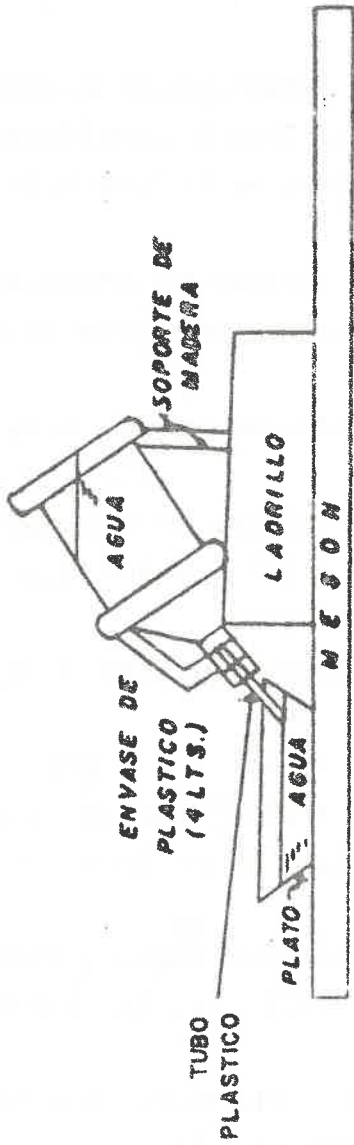
RECOMENDACIONES

Divulgación de este método de riego para su uso en los ensayos donde se utilizan plantas en potes debido a las múltiples ventajas de la aplicación del agua en si, como a la mayor eficiencia en el trabajo del personal auxiliar y porque además se permite usar personal con poca preparación y conocimientos en el riego de planta en potes.

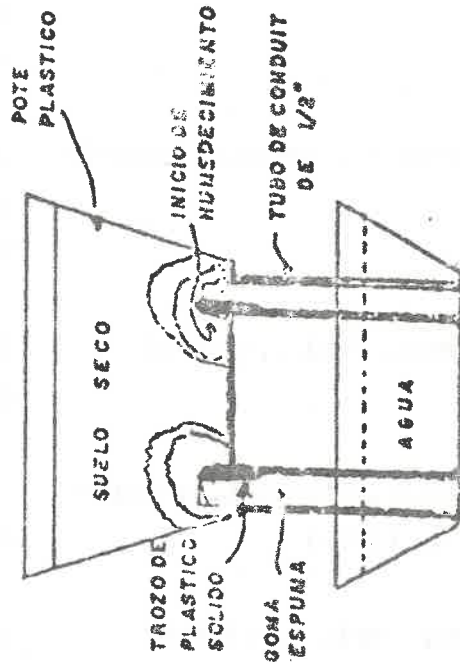
BIBLIOGRAFIA

- Gásperi Mago, R. R (1978) El fenómeno de sufusión en áreas erodadas de la de -
presión de Quibor. V Congreso Venezolano de la Cien -
cia del Suelo.
- Gavande, Sampat A. (1972) Física de Suelos Principios y Aplicaciones. Editó -
rial Limusa - Wiley, S.A.
- Gorrín H., Arnaldo (1980-A) Un Nuevo Método de Subirrigación de Suministro Con -
tínuo de Agua a Baja Tensión para Plantas en Potes
VI Congreso Venezolano de la Ciencia de Suelo.
- Gorrín H., Arnaldo (1980-B) Un Dispositivo que Utiliza los Principios del "Rie -
go Propuesto", para obtener Plantas en Semilleros
en Invernaderos.
VI Congreso Venezolano de la Ciencia de Suelo.
- Gorrín H., Arnaldo (1980-C) Un Dispositivo que Utiliza los Principios del "Rie -
go Propuesto" para Regar y Abonar Plantas en Bol -
sas de Polietileno Negro.
VI Congreso Venezolano de la Ciencia de Suelo.
- Gorrín H., Arnaldo (1980-D) Un Dispositivo que Utiliza los Principios del "Rie -
go Propuesto" para Aplicar Abono en el Campo.
VI Congreso Venezolano de la Ciencia de Suelo.
- Kramer, Paul J. (1974) Relaciones Hídricas de los Suelos y Plantas. Una
Síntesis Moderna. EDUTEX SA. Pg. 100-105.
- Tisdale, Samuel L. y Nelson W. L. (1975) Soil Fertility and Fertilizers. 3er. Edición, -
Macmillian Publishing Co., Inc.
- Brady, Nyle C. (1974) The Nature and Properties of Soils 8 th. Edition,
Macmillan Publishing Co., Inc.

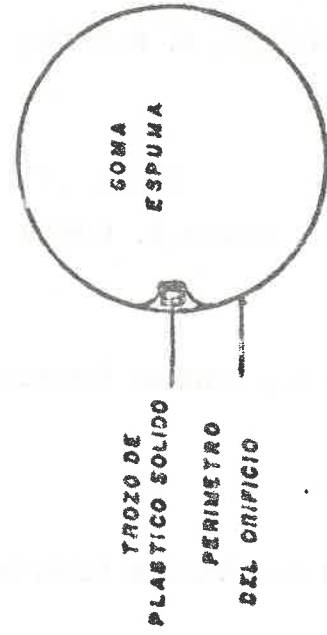
DIAGRAMA DEL SISTEMA AUTOMATICO DE SUBIRRIGACION PROPUESTO PARA PLANTAS EN POTES



A) DISPOSITIVO PARA MANTENER EL NIVEL DEL AGUA A UNA ALTURA CONSTANTE.



B) CONJUNTO FUNCIONAL DE ESTE SISTEMA DE RIEGO.



C) DETALLES DEL ORIFICIO EN LA BASE DEL POTE PLASTICO

TABLA N° 1

Producción obtenida en la primera cosecha con los dos métodos de riego: tradicional y propuesto, expresado en peso verde y seco en unidades de gramo por dos kilogramos de suelo aplicando abono y sin abono.

Sitio	PESO VERDE		PESO SECO	
	CON ABONO		CON ABONO	
	TIPO DE RIEGO		TIPO DE RIEGO	
	PROPUESTO	TRADICIONAL	PROPUESTO	TRADICIONAL
1a	93,5	36,4	22,7	7,3
1b	108,7	46,4	20,2	14,8
2a	152,5	52,5	45,3	14,4
2b	125,7	53,5	35,4	16,4
3a	133,4	12,3	37,7	2,5
3b	157,1	52,4	42,3	12,9
4a	187,0	24,6	49,2	4,0
4b	137,5	49,7	27,9	11,0
	SIN ABONO		SIN ABONO	
1a	53,8	48,2	13,5	14,9
1a	46,7	22,3	14,3	5,9
1b	21,2	21,2	6,1	7,6
1b	32,5	16,5	9,9	5,4
2a	47,2	44,0	12,2	14,4 ²
2a	43,6	36,4	12,3	9,9
2b	25,5	32,3	6,3	10,7
2b	31,1	33,9	9,1	11,3
3a	39,2	32,4	10,8	10,2
3a	40,5	31,6	13,0	9,1
3b	56,6	40,2	14,6	12,5
3b	32,4	26,3	9,6	8,8
4a	54,2	40,6	16,7	12,1
4a	41,7	37,5	12,6	11,7
4b	51,9	40,1	15,9	13,5
4b	42,3	27,3	12,8	8,2

* Los números representan cuadrantes de una parcela de 50 m X 50 m y las letras profundidades a= 0 a 20 cm y b= 20 a 40 cm.

TABLA N° 2

Producción total de Pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) obtenido entre - 25-09-79 y 29-01-80, usando dos sistemas de riego: el propuesto y el tradicional, expresados en peso verde y peso seco en unidades de gramo 2 kg de suelo, aplicando y no abono.

Sitio *	PESO VERDE		PESO SECO	
	CON ABONO		CON ABONO	
	TIPO DE RIEGO		TIPO DE RIEGO	
	PROPUESTO	TRADICIONAL	PROPUESTO	TRADICIONAL
1a	412,1	193,0	95,5	49,4
1b	441,0	346,1	102,5	82,9
2a	532,6	315,9	141,1	71,4
2b	514,5	342,0	127,4	89,5
3a	443,1	199,4	106,9	43,0
3b	541,6	348,5	133,8	75,0
4a	575,9	160,7	132,0	35,9
4b	547,8	352,3	117,8	79,8
	SIN ABONO		SIN ABONO	
1a	111,7	66,1	35,0	22,6
1a	105,2	51,1	35,2	14,6
1b	62,2	42,4	24,0	15,4
1b	62,6	34,2	22,3	13,1
2a	134,0	63,6	40,9	21,6
2a	102,7	70,0	33,9	23,6
2b	72,1	48,9	23,9	18,0
2b	73,8	58,8	27,3	21,2
3a	94,9	52,2	29,7	17,5
3a	83,8	63,9	29,1	21,6
3b	95,8	65,9	30,0	20,1
3b	78,3	54,5	30,9	21,9
4a	112,8	63,7	36,0	20,9
4a	100,6	82,7	35,3	28,2
4b	85,9	55,8	29,3	19,8
4b	77,5	56,4	27,6	20,0

* Ver nota explicativa tabla N° 1

TABLA N° 3

Esta representada la cantidad de agua determinada por la diferencia de los pesos inicial cuando se terminó el experimento y el peso final cuando se obtiene el peso constante adquirido al secarse al aire y en el laboratorio. Para los tratamientos con abono del riego propuesto y tradicional.

SITIO *	RIEGO PROPUESTO	RIEGO TRADICIONAL
1a	682,5	616,7
1b	796,6	751,9
2a	788,9	658,2
2b	793,7	719,8
3a	740,0	628,4
3b	848,3	754,7
4a	800,2	646,4
4b	823,9	745,8

* Ver nota explicativa tabla N° 1.

FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS DE LA REGION CENTRO
OCCIDENTAL

ESTACION EXPERIMENTAL EL CUJI

DETERMINACION DEL MEJOR SISTEMA DE RIEGO: POR GOTEO O POR
SURCO APLICADOS AL CULTIVO DE LA VID EN ZONAS SEMIARIDAS
DEL ESTADO LARA.

ALI DIAZ PEÑA
GERARDO AGUERO

BARQUISIMETO, 1.981

DETERMINACION DEL MEJOR SISTEMA DE RIEGO: POR GOTEO O POR SURCO APLICADOS AL CULTIVO DE LA VID EN ZONAS SEMIARIDAS DEL ESTADO LARA.

* Alf Díaz Peña.,Gerardo Agüero

INTRODUCCION:

Las zonas áridas y semiáridas del Estado Lara son consideradas como una de las mejores para la producción de frutales en la región, pero las disponibilidades de agua para su riego son muy escasas e insuficientes, lo que ha impedido que sus suelos considerados de alta productividad sean aprovechados en forma más eficiente.

Este déficit de agua constituye uno de los factores limitantes para el desarrollo agrícola de estas zonas; la utilización del recurso agua en forma racional es imprescindible, de ahí la necesidad de investigar en la consecución de un sistema que permita economizar la mayor cantidad de agua al ser usada para riego.

Fue así como en la Estación Experimental "El Cují" en el año 1.963 se inició un ensayo para probar un nuevo método de riego que ha dado muy buenos resultados en otros países, como: Israel, Estados Unidos, Méjico etc. Obteniéndose una economía de agua bastante considerable. Se probó este nuevo método en forma comparativa con el tradicional por surco, aplicado en el cultivo de la vid, el cual ha demostrado a través de los años ser uno de los cultivos frutícolas que mejor se ha adaptado a las condiciones ecológicas predominantes en las zonas áridas y semiáridas de la región, ofreciendo perspectivas de explotarse económicamente, pero la gran escasez de agua para su riego impiden su buen mantenimiento y futura expansión.

El riego por goteo, se puede definir como un sistema que, mediante algunos dispositivos especiales: tubos y goteros permiten suministrar directa y en forma casi continua a la raíz de la planta pequeñas cantidades de agua junto con los fertilizantes solubles correspondientes, manteniendo la zona radicular y alrededor de la planta con una humedad superior o igual a la capacidad de campo (% de agua aprovechable) durante la época de crecimiento y floración de los cultivos, estableciendo una relación suelo - agua - planta, que conduce a un mayor crecimiento y producción. Es un sistema que suministra la cantidad de agua que requiere la planta, reduciéndose

al máximo su desperdicio por evaporación, percolación profunda, o áreas que no son accesibles a las raíces de los cultivos.

Materiales y Métodos:

El ensayo se llevó a efecto en el Campo Experimental de la Estación "El Cují", situada a la altura del Kilómetro 7 de la Carretera Barquisimeto - Duaca, a unos 580 m.s.n.m., a 10° 09' de latitud norte, y 69° 18' de longitud oeste. La temperatura alcanza valores extremos del orden de los 34°C y 11°C, tiene una media anual de 24 °C. Las lluvias algo irregulares en cuanto a cantidad precipitada se reparten mayormente entre los meses de Mayo y Noviembre, con medias anuales del orden de los 500 m.m. El balance hídrico de la región, deficitario como en toda región árida o semiárida, es de unos 1.700 m.m., por cuanto la evaporación alcanza durante el año una lámina evaporada de 2.200 m.m activada por intensa radiación solar y vientos se cos. La humedad relativa, hora 7 am. 89%, hora 13.30 = 64%.

Componentes del Sistema:

- 1.- Fuente de abastecimiento (pozos profundos, lagunas etc).
- 2.- Tanque de compensación o depósito de agua.
- 3.- Desarenador y filtros apropiados
- 4.- Tanques de fertilización
- 5.- Regulador de presión (válvulas)
- 6.- Manómetros (chequeador de presión)
- 7.- Tubería de conducción de diámetros apropiado para conducir el gasto de agua y a la distancia necesaria.
- 8.- Tubería de distribución o laterales de diámetro pequeño donde van montados los goteros
- 9.- Conexiones diversas (codos tees, válvulas, llaves etc)
- 10.- Goteros o "emisarios"

En general todo el sistema es construido de material sintético: Polietileno

La plantación de vid se establece en el año 1.963, con plantas injertadas en patrón criollo, con cuatro de las variedades que se comportan mejor en la zona: Car dinal, Italia, Violeta y Ribier. El sistema de conducción de la plantación fue el de troja o pérgola considerado como el mejor según fué determinado en ensayos anteriores.

Se usó como diseño experimental: parcelas individuales, con 8 tratamientos (4 variedades x 2 sistemas de riego) con un área por parcela de 96 m². El área de riego por surco fue de 384 m² y por goteo de 384 m². El número de plantas fue de

96 (48 surco, 48 goteo). La distancia de siembra fue de 4 x 2, equivalente a una densidad de siembra de 1.250 plantas/Ha.

La aplicación de fertilizantes se hizo incorporando directamente al tanque de fertilización el abono cuando se usó úrea como fuente nitrogenada, el fósforo y el potasio de difíciles soluciones fueron incorporados a mano en el suelo. El agua para el riego fué obtenida de la escorrentía de lluvias almacenada en una represa cerca de la Estación, bombeada y conectada a un tanque o depósito construido a una altura de 10 mts sobre el suelo de la plantación.

Para determinar cuando regar se instalaron dos tensiómetros (permiten saber el % de humedad del suelo) los cuales registraban cualquier fluctuación en la humedad del suelo ocurrida durante los intervalos de riego, lo que permitía una mejor regularización de las frecuencias de riego, buscando siempre mantener las lecturas de tensiones de humedad cerca de la capacidad de campo. Dependiendo de las características del suelo para retener humedad y del consumo de agua por la planta, se realizaron los riegos durante varias horas cada 3 días a dos veces a la semana.

La cantidad de agua requerida en cada riego se determinó con la instalación de una tina de evaporación, la cual indica cuanta agua se evapora directamente de una superficie libre de agua, en las condiciones naturales de clima y suelo en que ella se encuentra instalada.

Comprobado que existe una correlación entre la evaporación directa del agua en las tinas y el uso consuntivo en láminas de agua, a los cuales se les debe sumar la lámina correspondiente a la lixiviación para así obtener la lámina total a aplicar; este valor se multiplica por la superficie de humedecimiento (área de las raíces) y así obtenemos el volumen de agua a aplicar en cada riego.

Se puede decir que con el tensiómetro sabemos cuando regar, y con la tina de evaporación cuanto regar.

Una fórmula práctica utilizada para determinar el volumen de agua a aplicar por riego es:

$$L = E \times \text{Factor " X "}$$

$$V = L \times \text{Area}$$

Donde: L = Lámina

V = Volumen

Factor X = entre 04 -08 (es característico para cada zona)

Resultados:

Los volúmenes de agua gastados por las plantas en los dos sistemas durante los años del ensayo se expresan en los cuadros 1 y 2 y 3.

Los rendimientos obtenidos en las tres cosechas se expresan en las tablas 1 y 2 y 3.

Discusión de los Resultados:

Durante los tres primeros años los volúmenes de agua gastados en cada año fueron de 40 - 50 y 60 lts/planta respectivamente, variando en el número de riegos, de acuerdo a la humedad del suelo, sobre todo en los meses de gran precipitación. Las plantas durante estos años estaban desarrollándose, formando material vegetativo; el sistema radicular poco desarrollado. Sin embargo, los gastos de agua registrados en el lote de plantas regadas por goteo fué menor. Se economizó el primer año un 35.50%; el 2° año un 34.80%, y el tercer año un 37.28% respectivamente. Durante el 4° año las plantas alcanzaron su pleno desarrollo, se hizo la 1ª cosecha, las necesidades de agua fueron mayores, pero la precipitación caída con un promedio de 820 m.m anuales fue muy superior a la media registrada durante los últimos 10 años en la zona, la cual fue de 625 m.m., por lo tanto, los riegos se efectuaron con menos frecuencia. (Ver Tabla de Precipitación)

En los años 77 y 78, se obtuvieron las otras dos cosechas, las precipitaciones fueron menores, las exigencias de agua fueron mayores. El gasto de agua fue de 80 lts/planta en cada riego. Los volúmenes de agua gastados en estos tres años de cosecha también fue muy inferior en el riego por goteo respecto al gasto de agua hecho en el lote de plantas regadas por surco. El ahorro de agua fue de 37,28% 36,75% y 39,65% respectivamente.

En total se gastaron 8.838 m³ de agua/Ha en el riego por surco, y 5.539 m³/Ha en el riego por goteo. Una diferencia de 3.299 m³/Ha equivalente a un 37,32% que se ahorra en el riego por goteo.

En cuanto a los rendimientos, no hubo diferencias significativas respecto a las cosechas obtenidas en las plantas regadas por goteo y por surco. En el primer año de cosecha los rendimientos por Ha fueron de 5.419 Kgs en el goteo y de 52,43 Kgs en surco, hubo una diferencia de 176 Kgs/Ha.

En el segundo año, los rendimientos fueron de 6.510 Kgs/Ha en goteo y de 6.423 Kgs/Ha en surco, una diferencia de 87 Kgs/Ha. La 3ª cosecha fue de 6.857 Kgs/Ha en goteo y de 6.750 Kgs/Ha en surco, una diferencia de 106 Kgs/Ha. Los ren

dimientos obtenidos en las 3 cosechas fueron: por goteo: 18.785 kilogramos, y por surco 18.413 kilogramos. Hay una diferencia de 369 Kgs. equivalente a 1.96%.

Conclusiones Generales:

Se determinó que en el riego por goteo hubo una economía de agua de 37,32%. También se comprobó que el riego por goteo presenta ventajas sobre el riego por surco, como son:

- 1°.- Continuo y seguro abastecimiento de agua y fertilizantes
- 2°.- Utilización eficiente del agua, se suministra la cantidad de agua que necesita la planta, minimizando las pérdidas por evaporación, percolación y mojado de áreas que no son accesibles a las raíces de los cultivos.
- 3°.- Ahorro en la mano de obra, tanto en los riegos, como para la aplicación de los fertilizantes, y en el control de las malezas y acondicionamiento del suelo.
- 4°.- La distribución del agua es uniforme y exacta. El problema de una distribución dispereja del agua a lo largo del surco es muy común.

El riego por goteo garantiza que cada boquilla descarga la misma cantidad.

- 5°.- En el riego por goteo no existe un exceso de agua en el extremo del surco, donde aumenta continuamente a medida que la rapidez en la infiltración en el suelo disminuye.

RESUMEN

Estación EL CUJI

Años 1964/1978

Años	P R E C I P I T A C I O N												Total anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1964	0,0	0,0	0,0	52,5	57,4	155,6	60,7	25,6	31,1	19,7	27,2	11,6	441,4
1965	11,2	3,4	0,0	3,4	40,0	73,3	96,4	74,8	12,9	37,2	117,5	16,2	486,3
1966	7,8	4,1	0,0	47,0	58,3	130,5	72,7	38,6	41,1	13,6	117,7	25,3	556,7
1967	7,6	0,0	4,4	138,7	183,7	77,3	134,1	79,9	60,4	19,7	20,2	37,4	763,4
1968	0,0	3,9	5,0	78,2	67,5	198,7	257,4	96,9	23,9	42,5	27,9	57,2	859,1
1969	3,5	1,4	6,1	130,9	41,1	59,5	63,6	83,0	31,7	92,5	56,4	39,9	609,6
1970	3,1	6,0	26,7	89,6	23,6	65,8	45,7	73,3	61,5	25,7	65,8	51,2	538,0
1971	7,1	21,2	2,2	12,6	36,6	96,0	82,6	17,8	45,7	49,7	100,3	6,3	478,1
1972	38,7	6,9	13,8	150,0	73,4	68,8	117,3	117,4	76,8	20,5	46,5	60,6	790,7
1973	0,0	0,0	5,5	105,7	38,2	88,7	67,5	74,1	18,3	58,0	98,7	12,0	566,7
1974	15,6	15,5	1,4	41,9	88,2	80,7	91,3	48,7	38,8	34,0	87,4	2,0	545,5
1975	3,2	12,6	13,9	9,7	50,2	158,8	113,8	82,6	20,5	88,5	16,9	153,6	724,3
1976	1,5	1,6	1,0	149,3	103,3	170,1	119,5	26,9	57,4	141,2	29,8	19,2	820,8
1977	0,0	0,0	13,7	5,3	47,7	111,4	158,9	109,7	25,4	40,2	56,3	4,9	573,5
1978	3,1	0,0	18,3	51,6	120,7	156,2	56,6	48,8	58,2	36,7	47,9	24,4	622,5
Medias	6,8	5,1	7,5	71,1	68,7	112,8	102,5	66,5	40,2	48,0	61,1	34,8	625,1

Estación EL CUJI

Años 1964/1978

Años	D I A S D E L L U V I A S												Total anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1964	0	0	0	8	9	18	20	7	6	8	9	8	93
1965	4	2	0	2	13	23	19	11	7	10	13	4	108
1966	2	2	0	5	10	20	19	13	13	6	11	7	108
1967	4	0	5	15	11	18	22	19	8	8	9	10	129
1968	0	2	3	13	9	17	26	17	6	11	6	5	115
1969	3	1	1	14	7	13	12	12	7	14	15	11	110
1970	3	2	4	6	7	18	16	16	12	10	16	15	125
1971	5	3	2	5	7	13	18	6	12	10	12	2	95
1972	12	2	5	11	16	17	22	14	15	8	6	7	135
1973	0	0	3	3	3	10	14	13	6	10	12	5	79
1974	4	2	1	4	9	8	12	13	9	12	12	2	88
1975	2	3	4	3	9	18	11	19	8	10	8	12	107
1976	5	5	1	13	15	22	21	15	13	9	11	5	135
1977	0	0	2	1	12	18	15	16	7	6	4	4	85
1978	1	0	1	13	14	23	18	13	9	11	5	4	112
Medias	3	2	2	8	10	17	18	13	9	9	10	7	108

ESTACION EXPERIMENTAL EL CUJI

A Ñ O S

OBSERVACIONES (PROMEDIO)	1.973	1.974	1.975	1.976	1.977	1.978	MEDIA
PRECIPITACIONES	566,7	545,5	724,3	820,8	573,5	622,5	642,2
TEMPERATURA	23,5	22,7	22,6	22,6	22,7	22,1	22,9
HUMEDAD	75	79	80	81	80	83	80
INSOLACION	7.2	6.8	6.5	6.1	6.7	6.2	6.6
EVAPORACION	5.3	5.5	5.3	4.6	5.5	5.3	5.3

CUADRO N° 1AÑOS1.973

40 Lts/planta x 20 riegos = 800 lts x 48 plantas =	38.400 lts =	100 %
por goteo =	24.768 lts =	64.50%
Ahorro =	13.632 lts =	35.50%

1.974

50 Lts x planta x 19 riegos = 950 lts x 48 plantas =	45.600 lts =	100 %
por goteo =	28.363 lts =	62.20%
Ahorro =	17.237 lts =	34.80%

1.975

60 Lts x planta x 18 riegos = 1.080 x 48 plantas =	51.840 lts =	100 %
por Goteo =	33.349 lts =	64.33%
Ahorro =	18.491 lts =	35.67%

1.976

70 lts/planta x 16 riegos = 1.120 x 48 plantas =	53.760 lts =	100 %
por Goteo =	33.718 lts =	62.72%
Ahorro =	20.042 lts =	37.28%

1.977

80 Lts/planta x 19 riegos - 1.520 x 48 plantas =	72.960 lts =	100 %
por Goteo -	46.147 lts =	63.25%
Ahorro =	26.813 lts =	36.75%

1.978

80 Lts/planta x 20 riegos = 1.600 x 48 plantas =	76.800 lts =	100 %
por Goteo =	46.349 lts =	60.35%
Ahorro =	30.451 lts =	39.65%

GASTO DE AGUA (AÑOS 1.973-1.978
M3

AÑO	SURCO	GOTEO %	DIFERENCIA %
1.973	38,400	27,768 (64%)	13.632 (35.50)
1.974	45,600	28,363 (62.20)	17.237 (34.48)
1.975	51,840	33,349 (64.33)	18.491 (35.67)
1.976	53,760	33,718 (62.72)	20.042 (37.28)
1.977	72,960	46,349 (63.25)	26.813 (37.75)
1.978	76,800	46,349 (60.35)	30.451 (39.65)
T O T A L E S 339,360		212,694	126.666

SURCO = 339,360 m³

GOTEO = 212,694 m³

126.666 m³ = 37.32 %

CUADRO N° 3**GASTO DE AGUA (M³/HA)**

AÑO:	SURCO	GOTE O	AHORRO	%
1.973	1.000 M ³	645 00	355 00	35,50%
1.974	1.187,5	783,62	448,88	34,80%
1.975	1.350	868,464	481,536	35,67%
1.976	1.400	878,073	521,927	37,28%
1.977	1.900	1.201,745	698,255	36,75%
1.978	2.000	1.207,052	792,948	39,65%

TOTALES= 8.837,5 M³ 5.538,954 3.298,546

SURCO: 8.838 M³

GOTE O: 5.539 M³

DIFERENCIA 3.299 M² = 37,32%

TABLA N° 1**C O S E C H A: R I E G O / S U R C O**

A Ñ O	V A R I E D A D	N° DE PLANTAS	R E N D I M I E N T O S	
			Peso: Frutos/Planta	Peso (X)
1.976	Cardinal	12	36,625 Kgs	3,052 Kgs
	Italia	12	54.200 Kgs	4,517 Kgs
	Violeta	12	58.800 Kgs	4.900 Kgs
	Ribier	12	51.700 Kgs	4.308 Kgs
		48	201.325 Kgs	4.194 Kgs
1.977	Cardinal	12	49.800 Kgs	4,150 Kgs
	Italia	12	60.000 Kgs	5.000 Kgs
	Violeta	12	76.800 Kgs	6.400 Kgs
	Ribier	12	60.000 Kgs	5.000 Kgs
		48	246.000 Kgs	5.138 Kgs
1.978	Cardinal	12	63.600 Kgs	5.300 Kgs
	Italia	12	66.000 Kgs	5.500 Kgs
	Violeta	12	72.000 Kgs	6.000 Kgs
	Ribier	12	57.600 Kgs	4.800 Kgs
		48	259.200 Kgs	5.400 Kgs

TABLA N° 2

C O S E C H A: RIEGO/ GOTEIO

AÑO	VARIEDAD	N° DE PLANTAS	R E N D I M I E N T O S	
			Peso (Frutos/Planta)	Peso (X)
1.976	Cardinal	12	36,500 Kgs	3.042
	Italia	12	54,000 Kgs	4.500
	Violeta	12	60.000 Kgs	5.000
	Ribier	12	57.600 Kgs	4.800
		48	208.100 Kgs	4.335
1.977	Cardinal	12	51.600 Kgs	4.300
	Italia	12	62.400 Kgs	5.200
	Violeta	12	76.200 Kgs	6.350
	Ribier	12	59.800 Kgs	4.983
		48	250.000 Kgs	5.208
1.978	Cardinal	12	63.750 Kgs	5.313
	Italia	12	68.000 Kgs	5.666
	Violeta	12	71.525 Kgs	5.960
	Ribier	12	60.000 Kgs	5.000
		48	263.275 Kgs	5.485

TABLA N° 3

RENDIMIENTOS (KGS/HA).

A Ñ O:	G O T E O	S U R C O	D I F E R E N C I A
1.976	5.419 Kgs	5.243 Kgs	176
1.977	6.510 Kgs	6.423 Kgs	87
1.978	6.856 Kgs	6.750 Kgs	106
T O T A L E S = 18.785 Kgs			18.416 Kgs 369 = 1.96 %

Resumen:

En el Campo Experimental de la Estación "El Cují", se realizó un ensayo para determinar cual de los dos sistemas utilizados era más eficiente: el tradicional por surco o el riego por goteo, un nuevo método de riego que ha dado muy buenos resultados en otros países. Se aplicó en el cultivo de la vid que ha demostrado a través de los años ser uno de los cultivos frutícolas que mejor se ha adaptado a las condiciones ecológicas predominantes en las zonas semiáridas de la región.

El ensayo se realizó durante los años 1.973 - 1.978, se utilizaron 4 variedades de vid en parcelas individuales representadas por 12 plantas por variedad, con un área por tratamiento de 96 m². El área de riego por surco fue de 384 m². El N° de plantas fue de 96 (48 surco, 48 goteo).

Durante los años 1.973 - 74 y 75, se obtuvieron los volúmenes de agua gastados únicamente. Desde 1.976 hasta 1.978 se obtuvo además del gasto de agua los datos de cosecha correspondientes a estos 3 años.

De acuerdo a los datos analizados se puede señalar lo siguiente: En el lote de plantas regadas por goteo hubo una economía de agua bastante considerable, en comparación con el lote de plantas regadas por surco. La economía de agua fue: año 1.973 = 35,50%; 1.974 = 34,80%; 1.975 = 35,67%; 1.976 = 37,38%; 1.977 = 36,75%; 1.978 = 39,65%.

Durante los 6 años se gastaron 8.838 m³/Ha en el riego por surco, y 5.539 m³ en el riego por goteo, hubo una diferencia de 3.299 m³ equivalente a un 37.32 m³ de economía en el riego por goteo.

En cuanto a los rendimientos en las tres cosechas, se obtuvieron 18.416 Kgs/Ha en plantas regadas por surco y 18.785 Kgs/Ha en las regadas por goteo, equivalente a un 1.96 % superior en el riego por goteo.

B I B L I O G R A F I A

C.I.A.R.C.O. Demostración del Sistema de Riego por Goteo en Frutales y Hortalizas. Estación Experimental El Cují. Mayo 1.974.
(Folleto Mimeografiado).

Goldberg, D., Riego por Goteo un método apropiado para condiciones áridas y desérticas de suelos y aguas de elevada salinidad. Universidad Hebrea, Rehovot, Israel (Traducción Fernando Martínez, Profesor Escuela de Agricultura, Chapingo, Méjico. Memorandum Técnico N° 263. Trabajo Mimeografiado.

M.A.C. Estación Experimental El Cují, Boletín Informativo, Julio 1.967 (Pags. 8 - 9).

Mora Contreras, L., Riego por Goteo. Facultad de Agronomía U.C.V. Trabajo presentado II Seminario Nacional de Fruticultura. Caracas. Dic. 1.973 (Pags. 354 - 379).

Urriza Salgado, F., y P. Mora Ramírez. Riego por Goteo. Méjico 1.968. Trabajo Mimeografiado.

IV SEMINARIO LATINOAMERICANO DE RIEGO POR GOTEO

Barquisimeto, Venezuela

ANALISIS DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES DE
ESTUDIOS COMPARATIVOS ENTRE RIEGO POR
GOTEO Y SURCOS^{1/}

Agustín A. Millar^{2/}

1/ Contribución del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Oficina en Brasil.

2/ Ph.D., Especialista en Conservación y Manejo de Tierras y Aguas del IICA Oficina en Brasil, Caixa Postal 04-0381, Brasília, Brasília.

SUMMARY

This work undertaken with the objective to study the methodologic characteristics, specially of furrow irrigation, when used in comparison works with drip irrigation.

Results from 30 experiments comparing drip and furrow irrigation methods were collected and analyzed. Fourteen experiments correspond to horticultural crops, 13 to fruit crops, 1 to corn and 2 to fiber and oil crops.

From these results it is concluded that the irrigation methods are being compared under conditions out of their optimum operational characteristics.

It is recommended to define a standard methodology to carry out the experimental work with irrigation methods.

INTRODUCCION

El crecimiento de la demanda mundial de alimentos requiere una utilización mas eficiente de los recursos de suelo y agua, con la introducción de tecnologías apropiadas a las condiciones operacionales de los productores.

El riego por goteo surgió como una opción en condiciones limitadas de recursos de aguas y tierras debido a las ventajas que presenta, como son: ahorro en el consumo de agua, ahorro en mano de obra, aumento en la precocidad y calidad de los productos, ahorro en fertilizantes, disminución de las enfermedades y malezas, y posibilita el uso de suelos marginales.

Con el fim de demostrar las bondades del método se han realizado estudios comparativos con los métodos tradicionales en diferentes cultivos y condiciones edafoclimáticas. Los resultados de estos estudios han sido difundidos en los diferentes medios de comunicación científica.

Comparar significa colocar los métodos de riego en sus características óptimas de concepción, sin olvidarse de las condiciones operacionales bajo las cuales son manejados por los agricultores. A pesar del gran esfuerzo realizado en la generación de estas informaciones no se han realizado las sistematizaciones necesarias en las metodologías experimentales para permitir que los resultados obtenidos tengan consistencia, independiente de las condiciones edafoclimáticas.

En este trabajo se analizan los resultados experimentales de estudios de comparación de los métodos de riego por goteo y surco, y se discuten los factores que influyen los resultados experimentales.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó una recopilación de trabajos experimentales de comparación entre los métodos de riego por goteo y surcos, especialmente de aquellos presentados en los simposios Latinoamericanos de Riego por Goteo, y los publicados en revistas científicas.

Se dió énfasis a la caracterización de las condiciones experimentales del método de riego por surco, especialmente tamaño de la unidad experimental y nivel de manejo del riego.

Se analizaron los resultados de 30 experimentos de comparación de los métodos de riego por goteo y surcos, siendo que 14 experimentos corresponden a hortalizas, 13 a frutas y frutales, 1 a maíz y 2 a plantas industriales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados experimentales de la comparación de los métodos de riego por goteo y surcos para varios cultivos. Se observa que en la mayoría de los cultivos el riego por goteo produce un aumento en el rendimiento, siendo más marcante en el caso de lechuga, papas, melón, naranja y olivos.

Por otra parte, se observa que en algunos cultivos el efecto del riego por surcos es mayor que el del goteo. Este es el caso de los experimentos con pimentón, repollo, pepino, zapallos italianos y algodón.

Existen varios factores que podrían estar determinados que la respuesta no sea igual en todos los cultivos. Entre otros, se destacan los aspectos relacionados con la diferente respuesta de los cultivos al déficit de agua, los relacionados con el nivel de manejo del riego, y los relacionados con la metodología experimental.

Respuesta de los cultivos al déficit de agua

En la mayoría de los cultivos, la producción máxima se obtiene con el manejo del riego a potenciales de agua mayores que $-0,5$ bar (Millar, 1976; Millar y Choudhury, 1980). En el caso de algunos cultivos más resistentes al déficit de agua, se puede obtener una alta producción aún a menores potenciales de agua.

TABLA 3. EFECTOS EXPERIMENTALES DE LA COMPARACION DE LOS METODOS DE RIEGO POR GOTEO Y SURCOS EN VARIOS CULTIVOS

CULTIVO	RENDIMIENTO (Kg/ha)		AUMENTO RENDI- MIENTO(%)	CARACTERISTICAS DEL METODO GRAVITACIONAL	AUTOR
	ASPERSION	GOTEO			
Hortalizas					
Tomate	-	71,4 ^{1/} 81.200(29)	71,4 ^{1/} 65.400(118,6)	Surcos 8m de largo Sin información	Caixeta et al. (1980)
Tomate	-	70.000(48)	67.200(122)	Sin información	Hall (1974)
Lechuga	-	76.800(50)	81.200(50)	Surcos de 3m de largo	Hucks et al. (1973)
Cebolla	92.540(93)	98.650(68)	65.350(112)	Surcos de 18m de largo	Hanson and Patterson(1974)
Peplino	-	69.030(62)	78.770(100)	Fotografía muestra surcos largos	Hall (1974)
Peplino	-	71.110(46)	64.940(84)	Fotografía muestra surcos largos	Hall (1974)
Lechuga	-	70.000	31.000	Sin información	Mofeno (1978)
Lechuga	32.500	47.800	43.100	Sin información	Rowell et al. (1976)
Zapallitos Italianos	-	29.140	33.090	Surcos de 3m de largo	Havis and Pugh (1974)
Zapallitos Italianos	-	26.400(38)	29.900(38)	Surcos de 37m de largo	Havis and Pugh (1974)
Papas (otom.)	-	23.900	14.400	Sin información	Singh et al. (1974)
Papas (primavera)	-	23.770	12.000	Sin información	Singh et al. (1974)
Papas	32.200	33.800	23.100	Sin información	Rowell et al. (1976)
Ciudades					
Mafz	8.800	7.100(39)	7.000(58)	Surcos de 18m de largo	Hanson and Patterson(1974)
Hortalizas y Frutales					
Frutillas	-	13.549	7.804	Surcos de 25m de largo	Olitta and Minami (1975)
Frutillas	14.300	16.000	13.400	Sin información	Olitta et al. (1978)
Cantaloupe	-	22.690	16.670	Surcos de 52m de largo	Havis and Pugh (1974)
Melón	-	13.517	9.073	Surcos de 15m de largo y 0,2% de pendiente	Olitta et al. (1978)
Melón	55,4 ^{2/} 13.000	84,7 ^{2/} 35.000	46,1 ^{1/} 16.700	Sin información	Shmueli and Golberg(1971)
Melón	-	43.385	32.000	Sin información	Golberg et al. (1971)
Melón	23.800	43.000 54,3 ^{1/}	24.200 49,2 ^{1/} RS	Surcos de 12m de largo, nivelados	Coelho et al. (1978)
Melón	-	133.500 ^{1/} 57 ^{2/}	124.600 ^{1/} 40 ^{2/}	Sin información	Golberg et al. (1976)
Manzana	-	20.750	18.770	Sin información	Coelho and Gomes (1980)
Vid	-	24.120(75)	21.920(74)	Surcos de 10,5m de largo nivelados	Algbury et al. (1974)
Vid	-	-	-	Surcos de 20m de largo, nivelados	Hucks et al. (1974)
Plantas Medicinales					
Albahaca	9.070	17.140	2.070	Plantaciones	Han (1974)
Albahaca	-	1.080	1.702	Surcos de 6m de largo	Hucks et al. (1974)
Frutales					
1/ 8/planta					
2/ kg/árbol					

RS = No significativo

() cm de agua aplicada

En la Figura 1 se muestra la relación entre rendimiento relativo y potencial matricial del suelo para varios cultivos, obtenida por Millar (1976). De estos resultados se concluye que los cultivos más sensibles al déficit de agua son lechuga y papas, y el más resistente es algodón.

Las informaciones referentes a aumento en los rendimientos de los cultivos, mostradas en la Tabla 1, concuerdan con los resultados de la Figura 1 para lechuga, papas y algodón.

Debido a la alta sensibilidad de los cultivos de lechuga y papas al nivel de agua en el suelo, muestran una alta respuesta en condiciones de riego por goteo que bajo condiciones de riego por surcos. En el caso del cultivo de algodón, por ser resistente a la falta de agua, tiene respuesta similar tanto bajo riego por goteo que por surcos, como también lo demuestran los resultados de la Tabla 1.

Manejo del riego

El nivel de manejo del riego determina el nivel de producción que es posible obtener en los cultivos.

El nivel de manejo del riego es definido por las condiciones operacionales del método de riego, tipo de cultivos y características edafoclimáticas.

Mediante riego por goteo es posible mantener altos potenciales de agua en el sistema radicular de los cultivos durante todo su ciclo, obteniéndose, portanto, niveles máximos de producción.

En el caso del riego por surcos no se pueden obtener producciones máximas potenciales debido a que en condiciones operacionales es imposible manejar el agua a altas frecuencias de riego. Resultados obtenidos por Millar y Choudhury (1980) indican que bajo condiciones de riego por surco se puede obtener solamente 80% de la producción potencial del cultivo.

En el caso del riego por goteo, la faja de manejo del riego, en términos de potenciales matriciales, es menor que en el caso del riego por surco, bajo cuyas condiciones de manejo se permite extraer gran parte del agua almacenada en la zona radicular del cultivo.

Por otra parte, llama la atención que el riego por goteo viene operándose bajo frecuencias de riego que lo colocan fuera de sus características operacionales básicas como son el mantener altos potenciales de agua en el suelo para obtención de máxima producción. Esta es una práctica que debería ser analizada a la luz de las características del cultivo, como indicado por los resultados de la Figura 1. De acuerdo a la disponibilidad de agua y el cultivo a ser regado deberá considerarse la selección de otros métodos menos eficientes y de menor requerimientos energéticos.

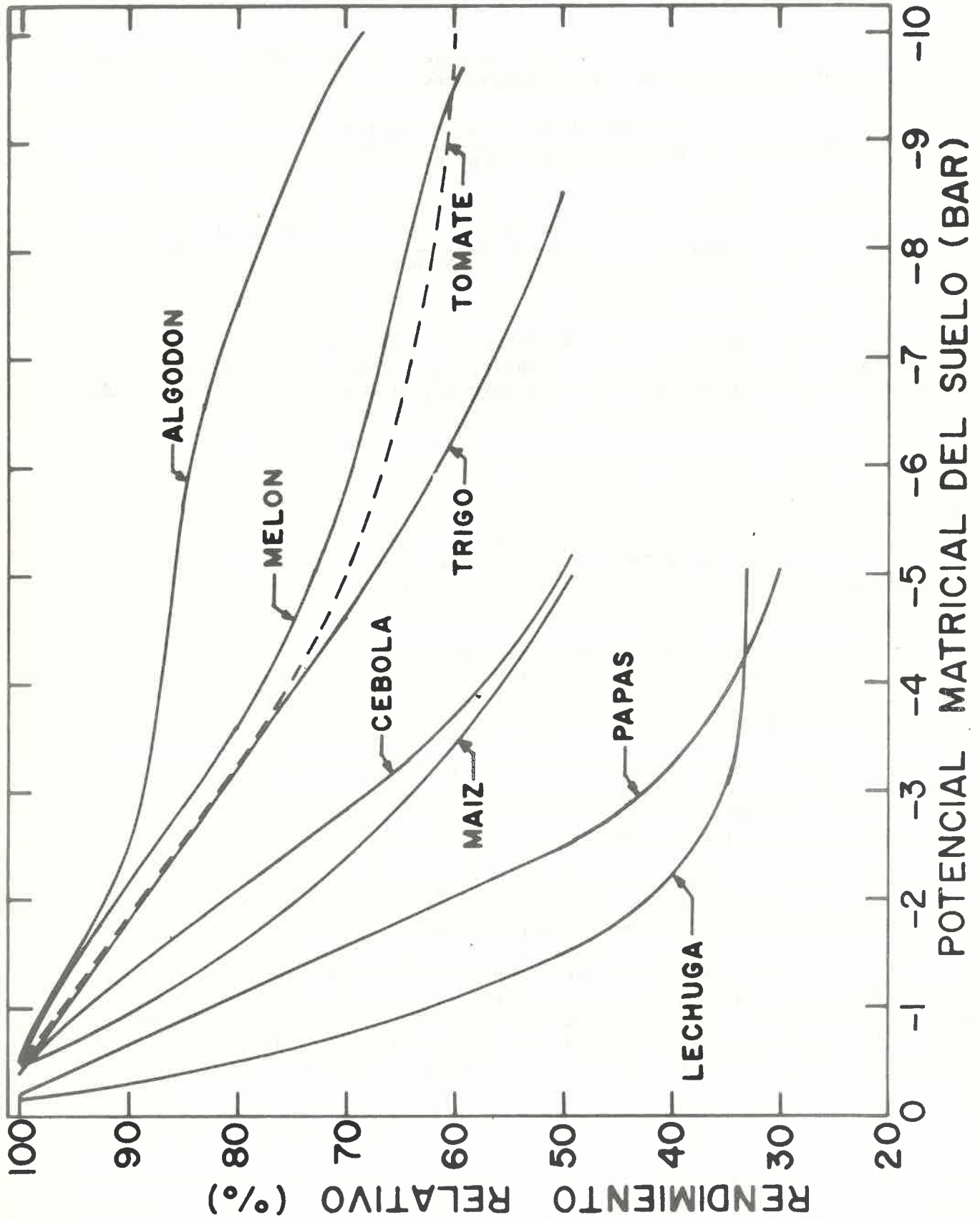


FIGURA 1. Relación entre rendimiento relativo y potencial matricial del suelo, para varios cultivos.

Cuando se trata de definir la selección del método en términos energéticos deberán usarse los índices siguientes:

$$\text{Relación de Eficiencia} = \frac{\text{Eficiencia del riego por goteo}}{\text{Eficiencia del riego por surco}}$$

$$\text{Relación de Altura Manométrica} = \frac{\text{Altura manométrica} + 2,3 \times \text{Presión de servicio}}{\text{Altura Manométrica} + \text{presión}}$$

Si la relación de eficiencia es mayor que la relación de altura manométrica más presión, entonces el riego por goteo tiene menores requerimientos energéticos. Si se obtiene el resultado inverso, el riego por surco es más indicado.

Metodología Experimental

Los datos de la Tabla 1 indican que existe una gran disparidad en la metodología experimental utilizada en los experimentos, especialmente en el caso de riego por surco.

En las unidades experimentales usadas en el riego por surco, se utilizan largos de surcos que no representan las características del método y menos las condiciones operacionales a nivel de parcela. En los trabajos experimentales se utilizan surcos de 3 a 18 m de largo (Tabla 1).

Debido al uso de surcos cortos y en muchos casos nivelados, se obtiene una alta eficiencia de aplicación del riego lo que no representa las características del método, y lo coloca prácticamente en las mismas condiciones de manejo que el riego por goteo.

Debido a estas características de las parcelas experimentales del riego por surco, los resultados obtenidos hasta ahora no representan una comparación adecuada entre los métodos de riego por goteo y surcos.

Solamente se obtendrá una comparación adecuada cuando se coloque el riego por surco con largo de surcos equivalentes a las condiciones operacionales del agricultor, lo cual depende del suelo, cultivo y operaciones mecanizadas. Esto implica que la eficiencia de riego estará entre 35 y 55% en vez de superior a 85% como en el caso de las parcelas experimentales.

Debido a todas estas interrogantes que pueden crearse al comparar los resultados de diferentes experimentos y cultivos, es necesario definir una metodología experimental standard para la comparación de los métodos de riego por goteo y surcos, colocándolos en sus condiciones óptimas de operación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis de los resultados experimentales, se concluye que:

1. No existe una definición clara con respecto del efecto del método de riego sobre la productividad de los cultivos. En algunos casos a través de riego por surcos se obtiene igual o mayor productividad que con riego por goteo;
2. Los resultados indican una respuesta significativa en la productividad de los cultivos hortícolas, como lechuga y papas, cuando regados por goteo;
3. En la comparación realizada con cultivos que son relativamente resistentes al déficit de agua, como algodón, tomate y melón, no hay diferencia en los resultados de productividad;
4. Con respecto a la metodología usada, existe una gran disparidad en las condiciones experimentales del riego por surcos. En la mayoría de los casos se utilizan largos de surcos que no representan las características del método y menos las condicionales operacionales a nivel de parcela. En los trabajos experimentales, se constató la utilización de surcos de 3 a 18 m de largo;
5. Debido al uso de surcos cortos y en muchos casos nivelados, se obtiene alta eficiencia de aplicación del riego lo que no representa las características del método, y lo coloca practicamente en las mismas condiciones de manejo que el riego por goteo;
6. En el caso del riego por goteo, se observa una clara tendencia al uso del sistema bajo condiciones de frecuencias, llegando hasta 7 días, dependiendo del cultivo y condiciones edafoclimáticas, lo cual coloca al método fuera de sus condiciones óptimas de operación para máxima producción;
7. Hay necesidad de definir una metodología standard para los estudios de comparación del riego por goteo y surcos, que mantenga las características básicas de los métodos en sus condiciones operacionales.

Se recomienda que el Comité Organizador del IV Seminario Latinoamericano sobre Riego por Goteo y Riego Localizado patrocine la formación de un "Grupo de Trabajo", para que durante la realización del Seminario analice y discuta el problema presentado en este trabajo, y defina los lineamientos generales que deben observarse en los estudios de comparación de los métodos de riego por goteo, surcos y otros.

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el objetivo de definir las características metodológicas, especialmente del riego por surco, utilizadas en los trabajos comparativos con el riego por goteo y determinar las bases para adopción de una metodología racional.

Se recopilaron y analizaron los resultados de 30 experimentos de comparación entre los métodos de riego por goteo y surcos, siendo que 22 experimentos corresponden a hortalizas, 6 a frutales, 1 a algodón y 1 a maíz.

De estos resultados se concluye que los métodos están siendo comparados en condiciones fuera de sus características óptimas de operación, habiéndose necesidad de padronizar una metodología experimental.

Se recomienda definir una metodología experimental standard para la comparación de los métodos de riego por goteo y surcos.

LITERATURA CITADA

- ALJIBURY, F.K., M. GERDTS, A. LANGE, J. HUNTAMER and LEAVITT. Performance of plants with drip irrigation. San Diego, California, Proceedings of the Second International Drip Irrigation Congress, 1974. pp. 497-502.
- BESTER, D.H., D.C. LÜTTER and G.H. VELDMAN. Drip Irrigation on citrus. San Diego, California, Proceedings of the Second International Drip Irrigation Congress, 1974. pp. 58-64.
- BUCKS, D.A., L.J. ERIE, and O.F. FRENCH. Quantity and Frequency of Trickle and furrow irrigation for efficient cabbage production. Agronomy Journal 38(1): 53-57. 1973.
- BUCKS, D.A., L.J. ERIE, F.S. NAKAYAMA and O. FRENCH. Trickle Irrigation Management for grapes. San Diego, California, Proceedings of the Second International Drip Irrigation Congress. 1974. pp. 503-511.
- CAIXETA, T.J., S. BERNARDO, W.D.C. CASALI and L.M. OLIVEIRA. 1980. Estudo Comparativo entre sistemas de irrigação por sulcos e gotejamento na cultura do primentão. Anais do 9o. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola I: 15-25. 1980.
- COELHO, M. and G. GOMES CORDEIRO. Comparação do Método de Irrigação por sulcos e gotejo no maracujá. Costa Rica, IICA, Anales del III Seminario Latinoamericano sobre Riego por Goteo, 1980. pp. 491-498.
- COELHO, M.B., A.F.L. OLITTA and J.P. ARAUJO. Influência dos métodos de irrigação por sulco e gotejo na cultura do melão. Salvador, Brasil, IV Congresso de Irrigação e Drenagem. 1978. 20p.
- DAVIS, S. and W.J. PUCH. Drip Irrigation: Surface and subsurface compared with sprinkler and furrow. San Diego, California, Proceedings of the Second International Drip Irrigation Congress, 1974. pp. 109-114.
- DAN, C. The Irrigation of Olives by drip and other irrigation methods. San Diego, California, Proceedings of the Second International Drip Irrigation Congress, 1974. pp. 491-496.
- GOLBERG, D., B. GORNAT and D. RIMON. Drip Irrigation Principles, design and agricultural practices. Drip Irrigation Scientific Publications.
- GOLBERG, D., B. GORNAT, M. SHMUELI, I. BEN-ASHER and M. RINOT. Increasing the agricultural use of saline water by means of trickle irrigation. Water Resources Bulletin 7(4): 803-809. 1971.

- HALL, B.J. Staked tomato drip irrigation in California. San Diego, California, Second International Drip Irrigation Congress, 1974. pp.480-485.
- HALL, B.J. Spring cucumber drip vs. furrow irrigation. San Diego, California, Proceedings of the Second International Drip Irrigation Congress, 1974. pp. 486-489.
- HANSON, E.G. and T.C. PATTERSON. Vegetable production and water-use efficiency as influenced by drip, sprinkler, subsurface, and furrow irrigation method. San Diego, California, Proceedings of the Second International Drip Irrigation Congress, 1974. pp. 97-102.
- HOWELL, T.A. and E.G. HANSON, Potato and lettuce response to irrigation methods and management. American Society of Agricultural Engineering (Paper 76-2010).
- MILLAR, A.A. Respuesta de los cultivos al déficit de agua como información básica para manejo de riego. Brasília, CODEVASF/FAO/USAID/ABID, 62p. 1976 (Conferencia invitada para el Seminario sobre Manejo de Agua, Brasília, Mayo, 1976).
- MILLAR, A.A. and E.N. CHOUDHURY. A model to define operational irrigation frequency for maximum yield of crops. Turrialba 30(4):391-398.1980.
- MORENO, L. Evolución de la investigación en lechuga (Lactuca sativa L.) utilizando el método de riego por goteo en la región Lagunera. Ciudad Lerdo, Durango, Segundo Seminario Latinoamericano de Riego por Goteo, 1978. (Anexo no. 16).
- OLITTA, A. F. Irrigação por gotejo em morango. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz 31: 711-718. 1974.
- OLITTA, A.F., T.A. ABREU and D.A.B. MARCHETTI. Comparação dos métodos de irrigação por sulco e gotejo na cultura do melão do Vale do São Francisco. México, IICA/SARH, Anales del Segundo Seminario Latinoamericano de Riego por Goteo, Volumen 2, 21p. 1978. (Anexo 22).
- ORIOLANI, M.J.C., R. BAGINI, O.C. PIZARRO, M. GONZALEZ, R. LECUONA Y M.E. QUIROGA DE ORIOLANI. Ensayo Comparativo de Métodos de riego en vid, variedad Cereza. México, IICA/SARH, Anales del 2o. Seminario Latinoamericano de Riego por Goteo, Volumen II, 8p. 1978. (Anexo 12).
- SINGH, N.T., S.S. GREWAL and A.S. JOSAN. Drip vs. furrow irrigation trials in potato under subtropical conditions. San Diego, California, Proceedings of the Second International Drip Irrigation Congress, 1974. pp. 515-520.

PONECIAS PRESENTADAS EN EL IV -
SEMINARIO LATINO-AMERICANO DE
RIEGO POR GOTEO.

BARQUISIMETO EDO LARA.

VENEZUELA

VALORIZACION AGROTECNICA DE -
LOS HUERTOS DE FRUTALES ZONAS -
SEMI-ARIDAS DEL PAIS.
Y UTILIZACION DE LAS ARENAS DE
LOS MEDANOS DE CORO EN CULTIVO -
HIDROPONICO.

PRESENTADO POR:

LUIS RENDON VENTHENCOURTH.
LIC. BIOL.SUELOS Y AGUAS.

VALORIZACION AGROTECNICA DE LOS HUERTOS DE FRUTALES EN ZONAS SEMI-ARIDAS DEL PAIS. UTILIZACION DE LAS ARENAS DE LOS MEDANOS DE CORO.

INTRODUCCION:

Del plan Nacional de Huertos Familiares que adelanta el Ministerio de Agricultura (MARNR) conjuntamente con otros Organismos del Estado y Financiado por el Instituto de Crédito Agropecuario (ICAP) podemos agregar en forma específica que el Instituto Agrario Nacional (IAN) tiene una programación de Huertos Familiares por la Gerencia de Desarrollo en la forma de escoger pequeñas zonas en los Asentamientos Campesinos y establecer los huertos en una superficie de 70 M² o de 130 M² utilizando algo más de técnica que en los huertos de rutinas de solares, al fondo de las casas Rurales, para obtener de esa pequeña superficies sembradas, los productos agrícolas que puedan utilizar como alimentación diaria las familias Campesinas.

AMPLITUD DE LOS HUERTOS FAMILIARES A ZONAS ARIDAS Y SEMI-ARIDAS

Este programa de la Gerencia de Infraestructura Rural abarca hasta las zonas críticas del País, las zonas áridas y semi-áridas con una visión de aprovechar los servicios técnicos utilizados por los estudios realizados en los de ciertos de Arava y del Neguev por la Facultad de Agronomía de la Universidad Hebrea de Israel; quien subscribe estas líneas pudo obtener y ver como estudiantes de dicha Facultad en ese País, los resultados maravillosos sobre huertos familiares en la zona árida de Israel; Venezuela tiene también zonas similares en su ambiente xerofítico; bajo ese aspecto los estudios aplicados por Israel nos pueden servir de guía para establecer normas en nuestro país, aún hasta en la utilización de las aguas salubres que poseen los Asentamientos del I.A.N en Margarita.

Podemos aprovechar las arenas de los Médanos de Coro, aunque -- provenientes del mar (arenas salobres) pero lavada con HCl al 1% (ácido Clorhídrico) se puede utilizar pequeñas zonas para experimental los cultivos hidropónicos en -- arenas y con la sustancia nutritivas necesarias.

HUERTOS FRUTALES

En este programa se pretende extender a mayores áreas, los huertos de frutales ya sea a una ó a tres Há. Utilizando el sistema de riego por goteo, usandose suelos normales, suelos pobres en materia orgánicas o suelos cansados

por haber sido muy trabajados, donde el rendimiento de productividad es bajo, pero con este método de riego se aplicará los macros y micronutrientes necesarios para que los árboles frutales den mayor rendimiento.

SELECCION DE ZONAS.

Hasta hoy hemos seleccionado cuatro (4) zonas muy diferentes en condiciones climáticas y suelos, para observar en los huertos familiares las limitaciones de las prácticas de cada zona, ellas son:

En el Estado Miranda: La zona de Barlovento con la implantación de 15 huertos

La " " Ocumares del Tuy la " " 10 "

En el Distrito Federal: La zona de Chuspa- La Sabana " " 8 "

La " " Carayaca " " 25 "

Ya se tiene programado y se ha escogidos Estados: Yaracuy, Lara-Trujillo y Falcon para iniciar los huertos en zona crítica, y de igual manera la instalación de huertos de frutales en zonas semi-árida del Distrito Torres del Estado Lara y zonas áridas como las de Falcón y Nueva Esparta (Margarita).

PROYECCIONES FUTURAS.

Se tiene un programa y en mente llevar a Margarita y al Estado Sucre, a los Asentamientos de I.A.N. toda la programación que se adelante y se experimenta en los Estados anteriores mencionados

DESCRIPCIONES GENERALES.

1) Riego por goteo en Huertos de Frutales en zona Semi- Áridas.

Una experiencia práctica fué la que se inició en la Isla de Margarita en el Asentamiento " La Estancia"; instalamos hace tiempo en un área, de cultivo de uvas é higos regados por el sistema de goteo y con substancia nutritivas el desarrollo experimental estaba bien encausado y tenía un buen logro por las plantas utilizadas para tal fin.

Se puso en practica el siguiente plan:

Se plantearon hileras de uvas alternadas con hileras de higos (plantas de 30cm de altura) a una distancia entre plantas de 4 mts é igual forma entre hileras.

Se calculó por calibración de los goteros a 15 gotas =1 cc por minutos para cada árbolito frutal, lo que resulta 60ccpor horas; y para 24 horas cada árbol recibirá aproximadamente 1 1/2 litro de agua con su nutriente; usando un recipiente o tambor de 200 litros para regar 133 árboles frutales por día = 24 horas.

Este sistema consiste en usar pipotes de 200 lts, con una conexión para cada -

lado, de esos lados salen una manguera laterales distantes una de otra a 4mts, y con un espaciamento de 4 mts, entre los goteros que llevarán al pié de cada árbol litofrugal los nutrientes necesarios para su desarrollo normal.

Un ejemplo de la forma más sencilla de aplicación:

<u>FORMULA</u>	<u>MEDIDA</u>	<u>PROCEDIMIENTO</u>
Nitrato de Potasio (NO_3K)	1 cucharadita	Se disuelve en 10 lt. agua y se coloca en el pipote
Sulfato de Magnesio (SO_4Mg)	1 "	" " " "
Fosfatomonopotásico (KH_2PO_4)	$\frac{1}{2}$ "	" " " "
Nitrato de Calcio (NO_3) 2Ca	1 $\frac{1}{2}$ "	" " " "

y se termina de llenar con agua hasta los 200 lts.

Enpezamos a regar al huerto de frutales - al abrir la llave de paso.

NOTA: Debemos disolver los nutrientes en el mismo orden que se presentan aquí, -- cualquier alteración a este orden proviene la cristalización de los nutrientes y este factor puede tapar los goteros del sistema.

2) Muy similar en los huertos familiares que se usará el riego por goteo, el pipote ó tambor contendrá solamente agua y regará la pequeña superficie del huerto de hortalizas, gota a gota por cada gotero que estará a 50 cm uno del otro y a un metro de distancia entre las mangueras laterales, las que pueden ser movidas hacia la derecha, hacia la izquierda, atrás y adelante para lograr así la humedad uniforme en el pequeño huerto, en las pequeñas superficies de los huertos familiares se puede plantar: Remolacha, zanahoria, tomate, cebolla, espinaca, cilantro, perejil, apio, lechuga, etc.

RECOMENDACIONES.

1) Por la experiencia en el conocimiento del medio ambiente de la zona Rural de las Venezolanas, especialmente en los estímulos de nuestra gente del medio rural, soy de opinión, para lograr un buen resultado en este trabajo de campo, hay que

visitar cada zona de trabajo; y estimular a las familias y maestras rurales a obtener el mejor logro posible de lo que nos hemos propuesto.

2) De los resultados que van obteniendo en cada zona experimental ya mencionada y estudiada, Se puede aplicar a otras regiones, Delegaciones hasta cubrir la mayor amplitud posible del territorio que forma el patrimonio de los Asentamientos de este Instituto. Este programa que se extenderá a las zonas rurales abarca a los adultos en los huertos familiares y a la niñez en su propio medio ambiente, el campo, su aprendizaje y a la agricultura al tener un huerto escolares.

En lo relativo a la utilización de la arenas de los Médanos de Coro, podemos presentar varias alternativas.

1) Como estas arenas provienen del mar, su naturaleza y características son salobres puesto que al ser acumuladas en dunas conservan en su pequeña superficie, la característica del agua de mar gracias a finos coloides que las cubren.

Experimentalmente se puede tomar pequeñas zonas, se lavarán esas arenas con HCl (ácido clorhídrico) al 1% y luego con agua natural y serán utilizadas para los cultivos hidropónicos con sustancias nutritivas (Macro y Micronutrientes) pero en arenas lavadas para el uso de hortalizas.

2) Alternativa (un área mayor experimental). Usando tubérculos bajo riego por aspersión, que de esta forma sería indirectamente el lavado de esas arenas y su producción mayor ya que las arenas en sí, no serían un factor negativo al desarrollo de los tubérculos.

3) Alternativa (otra área experimental) Siembra de pepinos, pimentones, tomates, melones, maíz etc, estos en hileras intercaladas y bajo riego por goteo, en la forma del uso de mangueras plásticas porosas que a mayor presión aportan mayor cantidad de agua por sus poros y, esto va en relación al crecimiento de la planta en su ciclo de vida.

Podemos utilizar agua naturales con la aplicación de nutrientes relacionadas a la fórmula ya mencionada anteriormente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como los suelos de las zonas semi-áridas, donde se desarrollarán estas zonas experimentales tienen la característica de suelos pocos permeables por la estructura de su perfil, el uso del riego por goteo es la recomendación ideal.

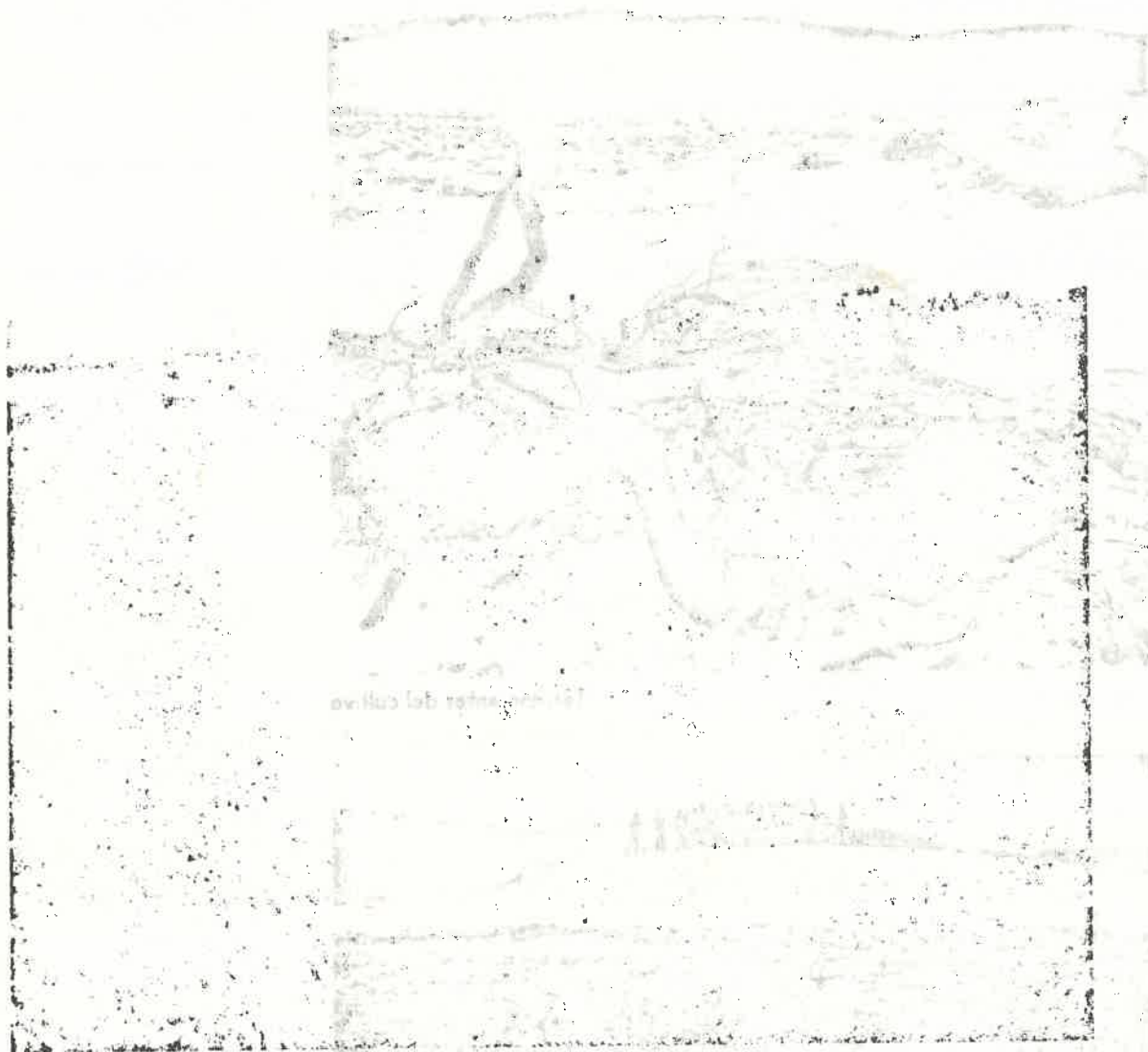
En relación a las arenas de los Médanos de Coro se usarán los mismo métodos que usan los Israelíes en el desierto de Arava y, las condiciones y, las caracte-

rísticas son casi idénticas solo que las arenas de los Médanos de Coro provienen del mar, y las arenas del Arava provienen de la composición de los suelos Hidromorfos.

Estas practicas serán útiles de interpretar en el ambiente xerofítico de Venezuela, y en la posible integración a la Economía Nacional.

Atentamente

LUIS RENDON VENTHENCOURT
LIC. BIOL SUELOS Y AGUAS



Pimiento cultivado en el desierto con riego por goteo (observe la cama de plástico).

principal regulación de la tensión de humedad del suelo se consiguió con las frecuentes aplicaciones de agua. Pequeñas diferencias en la humedad del suelo tienen un efecto señalado en la conductividad hidráulica de suelos arenosos y, por consiguiente, en el suministro de agua a las plantas durante periodos de alto uso consuntivo. Durante el tiempo de riego, prevalecieron bajas tensiones de humedad de 2-3 cb en el suelo y estos valores

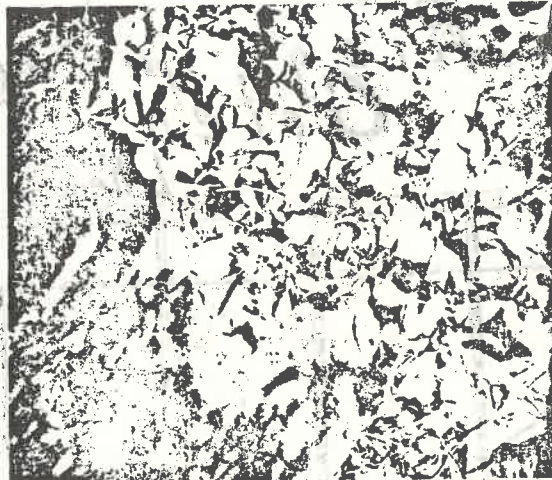
persistieron hasta que se terminó el riego. La extensión de tiempo en que las tensiones de humedad del suelo en la zona de las raíces garantizan un suministro ilimitado de agua reviste gran importancia, sobre todo cuando el uso consuntivo empieza a aumentar. En el experimento a que nos hemos venido refiriendo, dicho lapso tuvo lugar de marzo a abril. La importancia de este factor ha sido investigada en detalle en otros estudios (2,5).



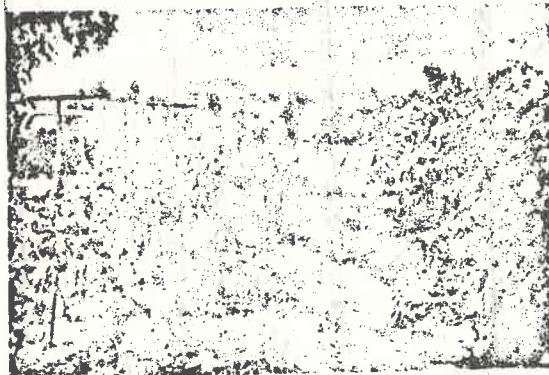
Terreno antes del cultivo



Siembra de melón bajo cultivo



Fotografía 3. Plantas de pimiento Bell (Grado exportación). Riego por goteo con agua salina sulfatada. (Arava del Sur). El crecimiento no resultó satisfactorio con riego por aspersión.



Fotografía 4. Viñedo. A la izquierda, riego de inundación. (El riego por aspersión no es posible con este cultivo debido a que se quema de las puntas.) A la derecha—Riego por goteo. Agua salina sulfatada (Arava del Sur).

en el suelo, y los cambios en la tensión de humedad a diferentes distancias de las boquillas de goteo, son función de la descarga de la boquilla y de las propiedades del suelo. La anchura final de la superficie humedecida, paralela a la hilera de boquillas, es función del tipo de suelo. La profundidad de la humedad es función de la relación entre la cantidad de aplicación del agua y la evapotranspiración, así como del tipo de suelo. En

BIBLIOGRAFIA

- Baver, L. D. (1959). Soil Physics, John Wiley & Sons, Inc., N. Y.
- Briggs, L. J. (1897). The Mechanics of Soil Moisture. U. S. Dept. Agr. Bur. Soils Bull. 10.
- Briggs, L. J. y Shantz, H. L. (1912). The Wilting Coefficient for Different Plants and its Indirect Determination. U. S. Dept. Agr. Bur. Plant Ind. Bull. 230.
- Goldberg, D. y Elhanani, Sh. (1967). Modern Irrigation for Increased Agricultural Production. Estudio presentado en la International Conference on WATER FOR PEACE, Washington, D. C., Mayo 1967.
- Shmueli, M., Goldberg, D. y Zohar, J. (1967). Field Trials with Drop Irrigation in the Southern Arava of Israel (1965-1967). The Volcani Institute of Agricultural Research, Scientific Publication, Pamphlet No. 122.
- Slichter, C. S. (1968). Theoretical Investigation of the Motion of Ground Waters. U. S. Geol. Survey, 19th Ann. Rept. Part 2, pp. 295-384.
- Veihmeyer, F. J. y Hendrickson, A. H. (1928). Soil Moisture at Permanent Wilting of Plants. Plant Phys., 3:355-357.
- Veihmeyer, F. J. y Hendrickson, A. H. (1931). The Moisture Equivalent as a Measure of the Field Capacity of Soils. Soils Sci., 32:181-193.
- Veihmeyer, F. J. y Oskerkowsky, J. y Tester, K. B. Some Factors affecting the Moisture Equivalent of Soils. Proc. 1st Intern. Congr. Soil Sci., 1:512-534.
- Veihmeyer, F. J. y Hendrickson, A. H. (1948). The Permanent Wilting Percentage as a Reference for the Measure of Soil Moisture. Trans. Am. Geophys. Union, 29:889-896.
- Woodward, G. O. y colaboradores (1959). Sprinkler Irrigation Association, Washington 6, D. C.



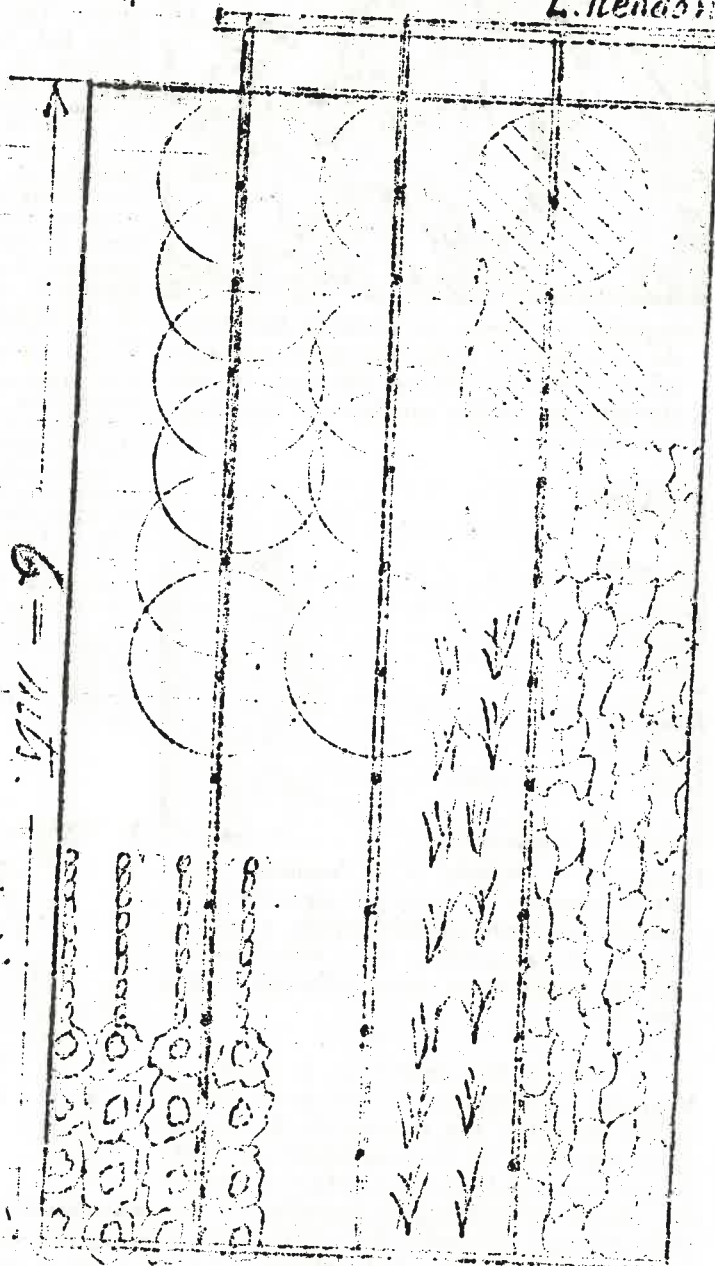
Fotografía 5. Aguacate regado por goteo (primer año). Las plántulas regadas con aspersores o por medio de cajetes se deterioraron en 1-2 meses.

Huertos Familiares
Cultivo

Riego por
Goteo

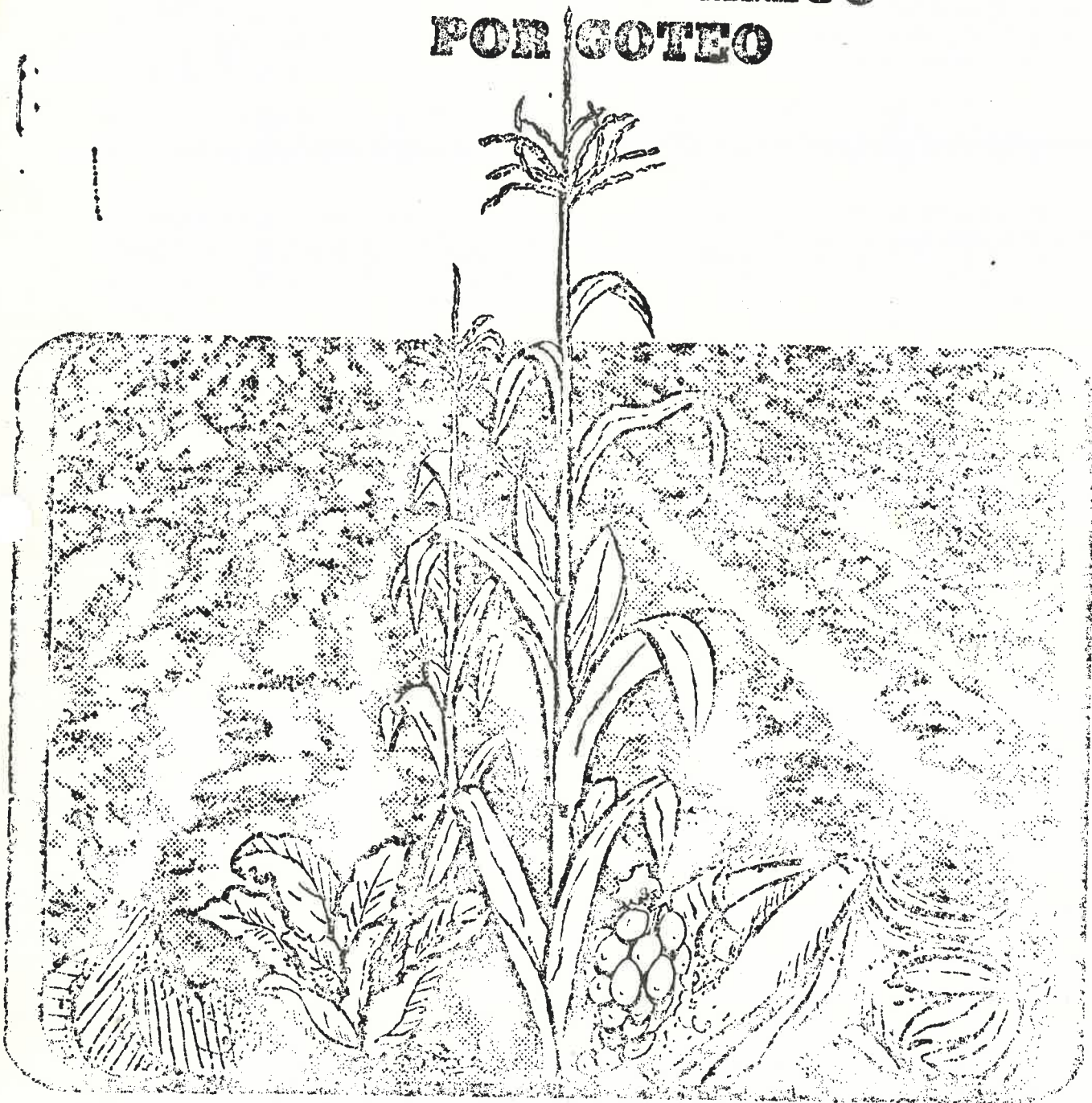
L. Rendón V.

200 Lts.



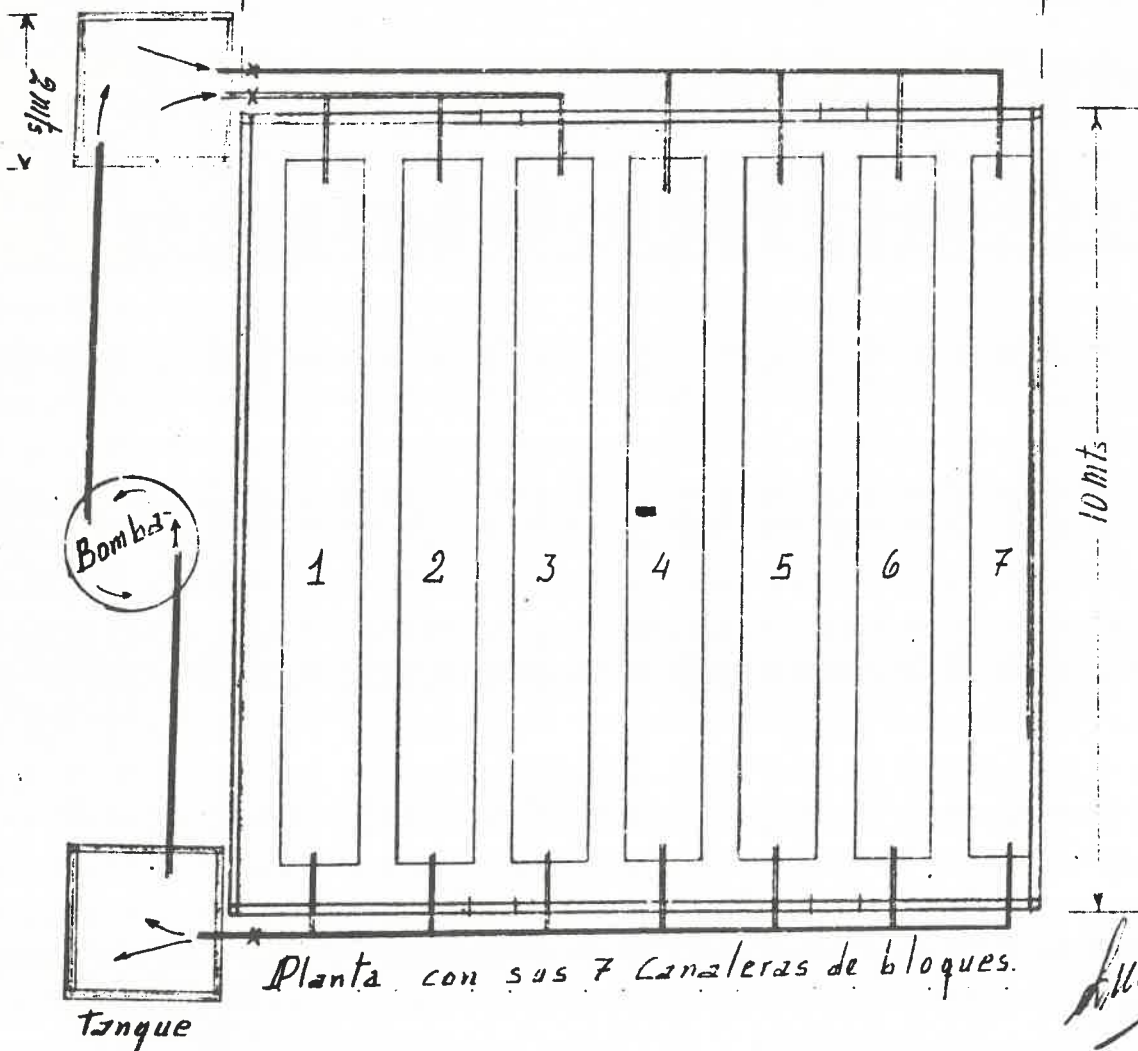
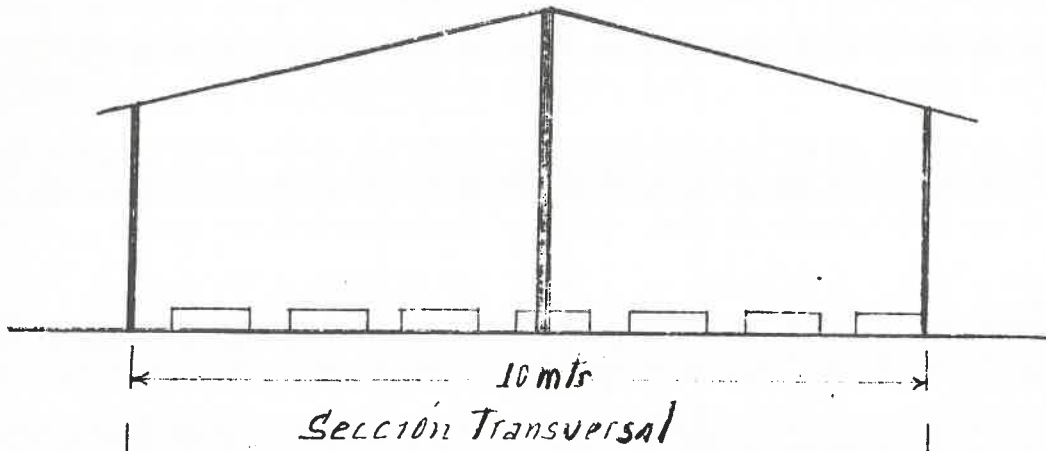
Pequeña sup. 19,50 m²
cultivos hortícolas

**ABONADO
Y
USO DE ABONOS
CONFORME A LAS
PRACTICAS DE RIEGO
POR GOTEO**



CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA
AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (A.T.O.)
MEXICO-BUENOS AIRES

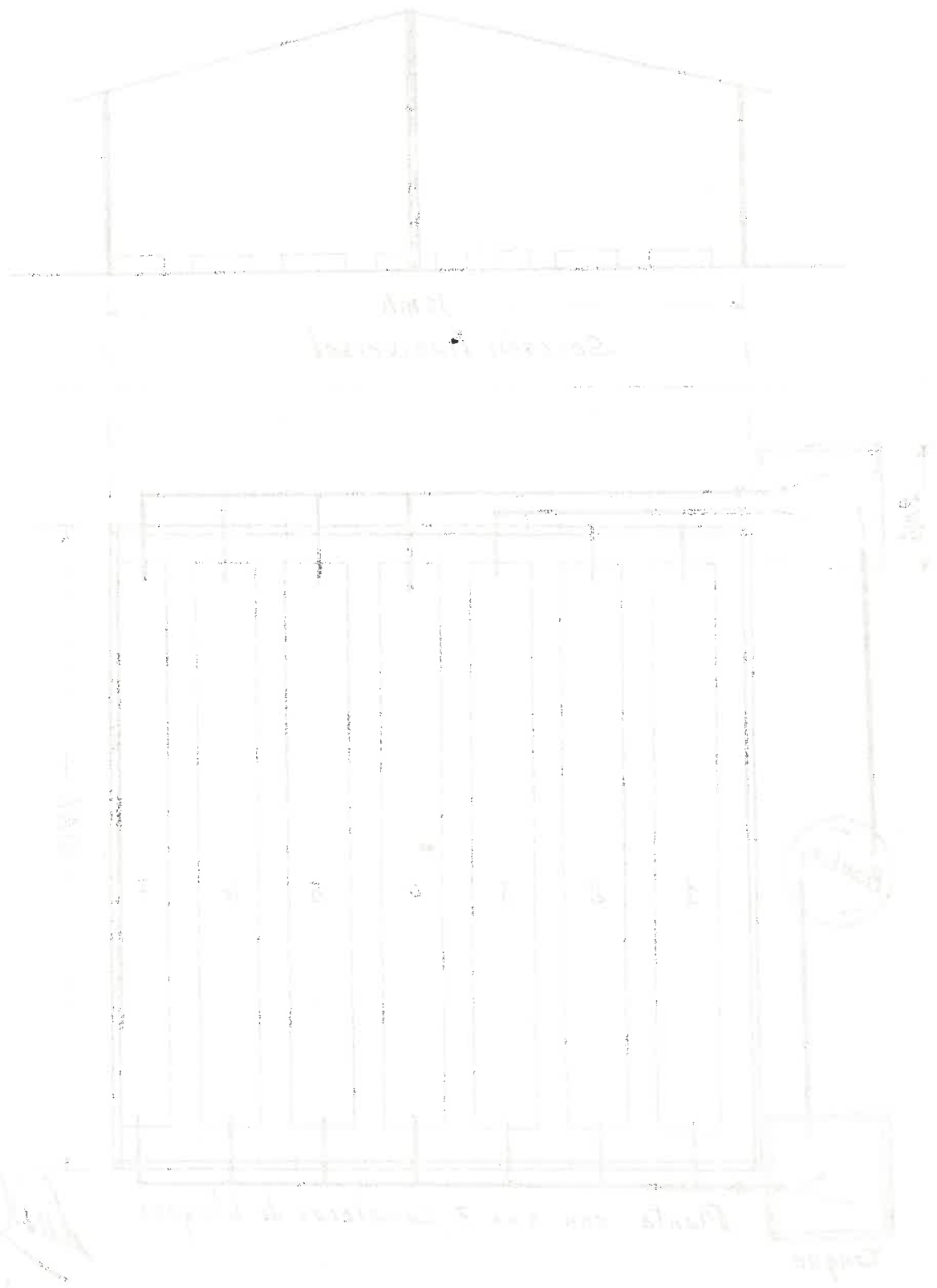
Pequeña zona experimental con arena lavada
Instalación hidropónica por subirrigación del tipo de
plataformas separadas con alimentación central.-



Lucas Rendón
7-5-80.-

10.0.01

Diagrama de un experimento de cultivo de plantas
Elaborado por el autor de este
documento en colaboración con...



10/10/10
10/10/10
10/10/10
10/10/10

RESUMEN:

Los principales factores, ambientales y socioeconómicos, que condicionan y controlan el riego por goteo en Barbados están identificados ampliamente en este trabajo. También se describen los aspectos institucionales y la política gubernamental sobre irrigación.

Una experimentación de campo ha demostrado la factibilidad del riego localizado como un sistema en Barbados y se conoce su potencialidad para optimizar la utilización de los escasos recursos agua y suelo. Se presenta una comparación económica del riego localizado y el riego por aspersión. Finalmente, se incluyen datos sobre áreas, rendimientos y cultivos principales bajo riego localizado, así como recomendaciones para su desarrollo futuro.

I. INTRODUCCION

Barbados es una pequeña isla relativamente plana (430 Km²), con elevación máxima de unos 340 m., situada en el Océano Atlántico a 13°N y 60°W al oeste de la cadena principal de Islas Caribeñas del Sur. Seis séptimos de su superficie están cubiertas por una capa de coral de unos 100 m. de espesor. En el resto esta capa ha sido desgastada por erosión geológica durante su emergencia, exponiendo la "suave" capa de rocas sedimentarias o arenas, limos y arcillas que comprenden las pendientes del Distrito Escocés rápidamente erosionado (SD) (figs. 1 y 2).

Las mayores reservas de agua de la isla corresponden a aguas subterráneas en la roca coralifera, siendo el acuicludo una capa subyacente de roca acámica altamente impermeable. Por su proximidad al mar, un acuífero especial se forma, tiene dos capas y dos densidades (agua dulce flotando sobre agua salada); se designa localmente como aguas sheet. De esta reserva y el mayor volumen descansa en el sinclinal Este-Oeste del Valle de San Jorge.

También hay aguas subterráneas en las elevaciones más altas del interior en la forma de "corrientes" fluyendo en canales de solución en el coral. En el Distrito Escocia el agua se presenta predominantemente como escurrimiento pero es tan efímero y en sedimentos tan delgados que la captación de cualquier cantidad significativa demandaría costosas estructuras para almacenamiento.

El coral muestra un desarrollo típico kárstico juvenil en la forma de dolinas (depresiones) super puestas en serie de tenazas onduladas cortadas con escalones escarpados formados durante la emergencia. Sus suelos pueden dividirse en forma gruesa sobre la base mineralógica de la arcilla en monmoriloníticas y caoliníticas, habiendo una correlación marcada con la elevación y la precipitación pluvial, así a las elevaciones mas altas (120 mm.) y en áreas del interior con mayores lluvias se desarrollan las arcillas típicas de caolín mas desarrollado. Los suelos del Distrito Escocia son mucho mas heterogéneos, variando de arenas a arcillas.

FIGURA NO. 1

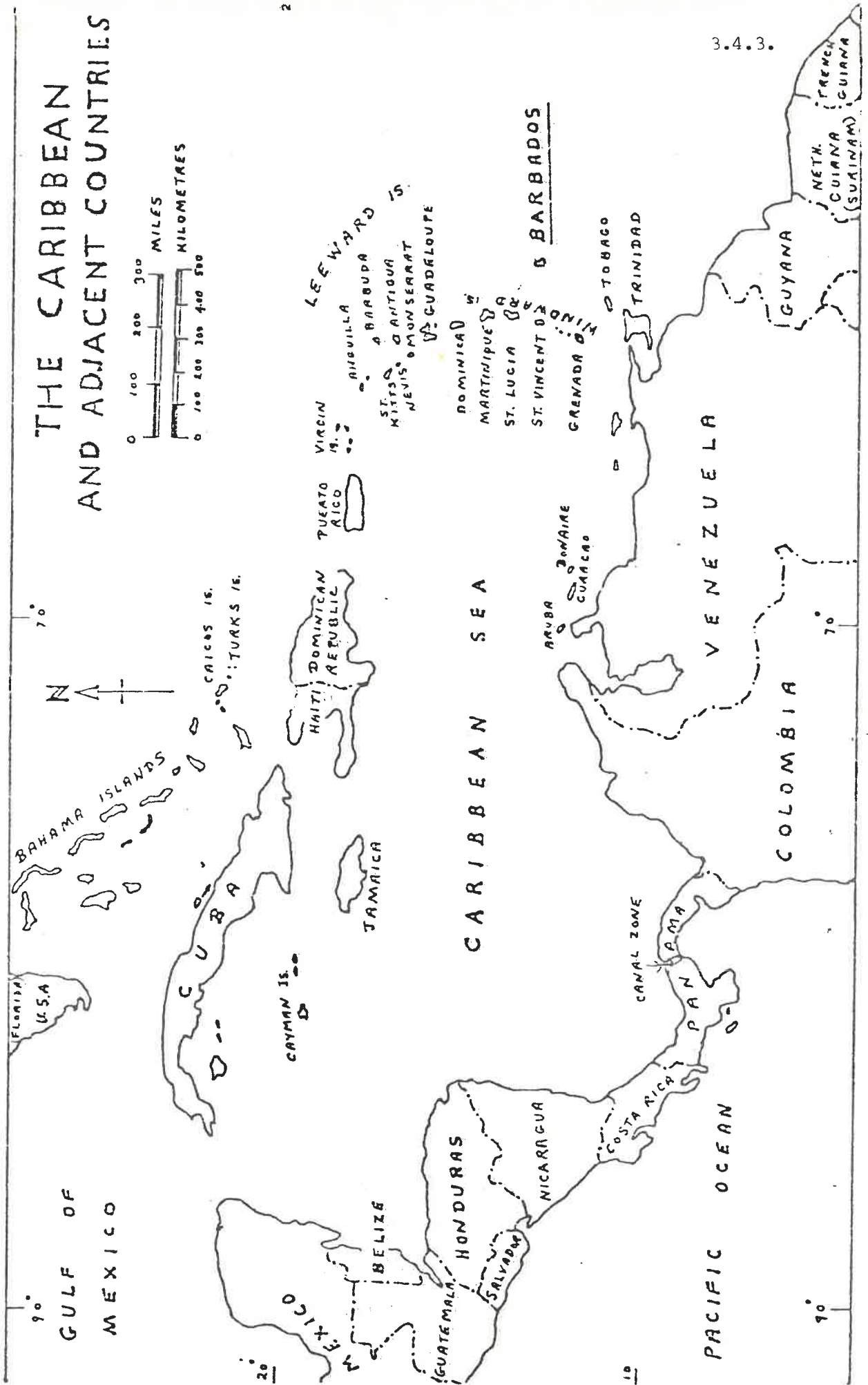
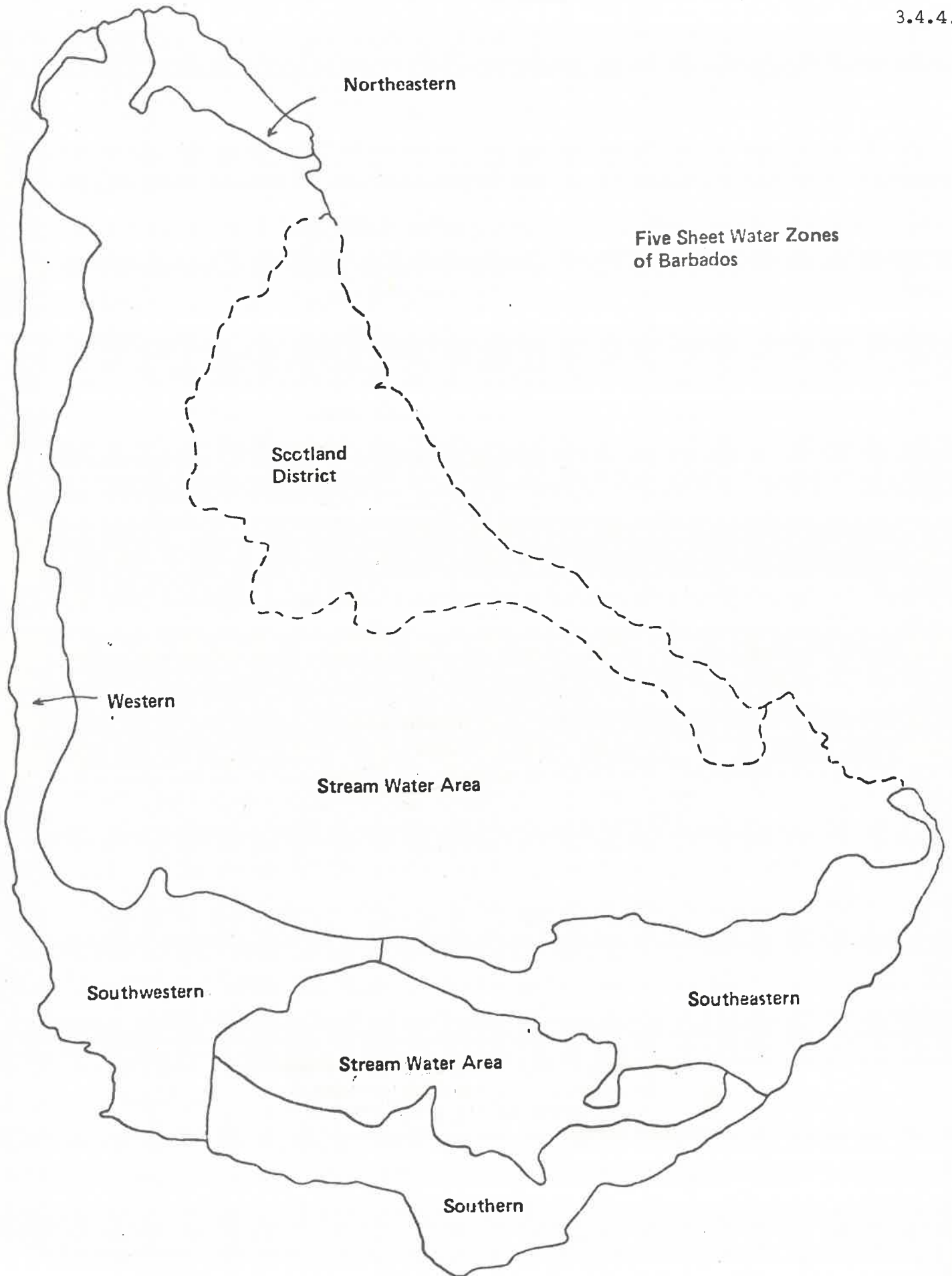
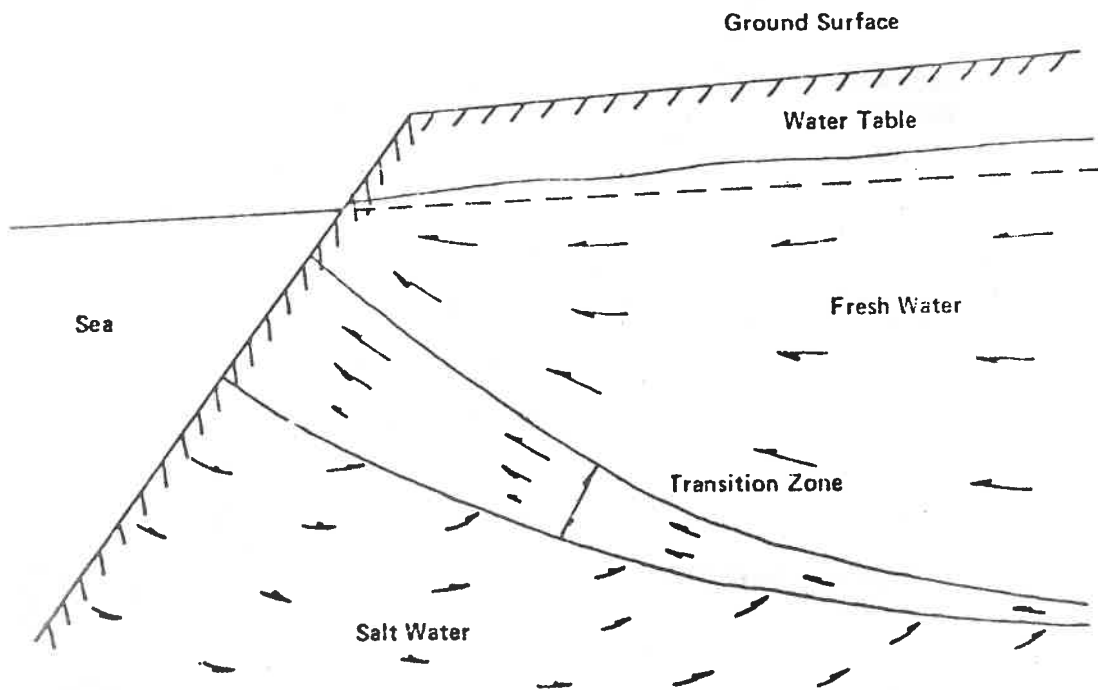


FIGURA 2.

3.4.4.





Sección transversal ilustrando el sistema de flujo donde existe equilibrio hidrodinámico entre aguas dulces y salinas en un acuífero costero.

Las características climáticas significativas para el riego son:

- i) Una marcada estación seca de 5 a 6 meses de duración, Diciembre-Enero a Mayo-Junio dependiendo de la localización (ver tabla 1)
 - ii) Alta variabilidad temporal y en localización de la lluvia en las temporadas húmeda y seca. Así no es extraordinario que las demandas de Evapotranspiración Potencial (P E T) sean satisfechas ampliamente en períodos de la temporada seca y que se presenten déficits en la temporada húmeda, requiriéndose riego suplementario.
 - iii) Un régimen ventoso con alta velocidad, 16 Km/h de promedio anual. Las velocidades nocturnas también son altas* unos 2/3 de las diurnas, en especial en sitios descubiertos. Afortunadamente los ciclones tropicales (huracanes), golpean rara vez, ocurriendo una o dos veces en un siglo. Por la localización de la isla, no presentan un desarrollo completo.
 - iv) La humedad y temperatura son relativamente constantes. La humedad es alta fluctuando entre 60% a casi 80% de humedad relativa (RH), por efecto del vapor de agua constante acarreado por los vientos comercio (Trade Winds). La temperatura media anual es de 26,7°C, con una variación media mensual de solo 2.2°C.
 - v) La radiación es también relativamente constante, debido fundamentalmente a la cobertura por las nubes es mas alta durante los meses de alta radiación y viceversa, con la excepción de los meses de marzo, Abril y Mayo al final de la temporada seca, cuando la baja cubierta por nubes coincide con alta radiación, resultando altos valores de radiación en la superficie.
 - vi) Altas tasas de evaporación, especialmente al final de la temporada seca (Abril/Mayo)
- * Fuente Datos Meteorológicos. Estación Meteorológica del Aeropuerto Grantley Adams.

CUADRO 1: PRECIPITACION PLUVIA EN BARBADOS. PROMEDIO DE REGISTROS
1847-1976 INCLUSIVE
(En mms)

	<u>PROMEDIO MENSUAL</u>	<u>MAXIMA MENSUAL</u>	<u>MINIMA MENSUAL</u>
Enero	84.8	285.2	16.5
Febrero	56.6	364.5	6.9
Marzo	48.8	140.7	3.0
Abril	60.2	241.6	7.1
Mayo	80.0	341.4	10.9
Junio	133.1	394.2	16.0
Julio	157.2	495.3	49.0
Agosto	182.4	469.1	58.7
Setiembre	192.3	519.7	56.1
Octubre	200.9	588.3	70.4
Noviembre	194.3	713.5	36.1
Diciembre	<u>125.5</u>	363.2	25.1
Anual	1516.1		

La producción agrícola está constituida mayormente por el cultivo de la caña de azúcar, que durante la última década sufrió seria declinación. Ocupa de 15.765 a 18.743 Ha* de la superficie total arable de unas 28.000 Ha. Esta actividad ocupa el segundo lugar, está después del turismo, en la obtención de divisas, promediando en los últimos 5 años alrededor del 30% de las exportaciones. A pesar de ciertos problemas económicos este cultivo ha persistido en el país por más de 300 años, y en especial cuando se cosecha sin que ma pre via, es un excelente cultivo anti-erosión, que también se recupera rápidamente de los daños de los huracanes. El cultivo de la caña de azúcar Sin embargo está llegando a ser menos exigente de mano de obra conforme avanza gradualmente la mecanización (especialmente en la cosecha). Hay una notable resistencia de la población joven para dedicarse a la agricultura, resultando de ello que el 60% de los trabajadores involucrados en la producción de azúcar está sobre 50 años de edad.

El suministro de alimentos representa una parte considerable de las importaciones del país. Entre 1973 y 1978 representó entre 20 y 25% del total de importaciones con un máximo neto de US\$ 55.3 millones en 1978*. La población residente es de alrededor de 250.000 habitantes, con una muy alta población flotante - turística - de 350.000 a 400.000 habitantes por año, cargada hacia los meses del invierno.

II. RECURSOS HIDRAULICOS.

La disponibilidad promedio explotable de todas las fuentes de agua subterránea se estiman en 250.000 m³/día y el consumo máximo actual es de 118.000 m³/día. Se considera que para los años 1990 a 2000 la demanda igualará a la disponibilidad. Para entonces será necesario captar el escurrimiento del

*Asociación de Productores de Azúcar de Barbados

**Fuente: Resumen Estadístico Anual 1978 del Banco Central de Barbados

Distrito Escocia. Un sólido estudio reciente sobre la disponibilidades hidráulicas (Ref. 2) ha recomendado para el año 2000 destinar a la agricultura unos 54.500 m³ /día; actualmente solo se utilizan unos 20.000 m³/día. La única otra fuente natural conocida de agua para agricultura es el posible uso de la interfase salobre entre las zonas de agua dulce y salada en el agua confinada (ver fig. N°3), recurso que aún no ha sido evaluado.

III. POLITICAS.

En resúmen la política gubernamental sobre agricultura (ver apéndice 1 para detalles) es desarrollar autosuficiencia en tantos productos alimenticios como sea posible, a precios aceptables tanto a los productores como a los consumidores, reduciendo así la salida de divisas. Como resultado actualmente se tienen unas 9.500 Ha con cultivo tales como ñame, camote, cebolla, hortalizas, y otras. El ñame y el camote típicamente están interesados con la caña de azúcar. Se estima que hay alrededor de 800 Ha con hortalizas, con un 50% bajo riego; 800 Ha de cítricos, mango, aguacate, bananas, palma, y otros árboles frutales, distribuídos en toda la isla y alrededor de 10% de las restantes tierras de calidad mas pobre con pastos. Es sólo en los años recientes que la ganadería, especialmente producción avícola, se ha desarrollado a escala comercial.

La política oficial contempla fundamentalmente la diversificación del monocultivo del azúcar. Se tiene planeado mantener un alto nivel de producción de caña de azúcar mejorando la productividad en el área existente. Un estudio reciente sobre la Industria Azucarera de Barbados indica que se requiere una producción promedio anual de 150.000 toneladas (Imperiales) se requieren para mantener la factibilidad de la industria. La diversificación requiere idealmente la aplicación estricta de sanos principios de manejo de la tierra para asegurar la fertilidad continuada de los reducidos suelos coralíferos y

evitar la erosión en los suelos empinados del Distrito Escocia. Parece recomendable una solución local de producción de patio trasero en pequeña escala, especialmente de hortalizas, como un medio de mejorar la condición nutricional de la población. El riego está asumiendo un rol mayor en la política agrícola general debido a la lluvia inadecuada para producción de cultivos deseables en la temporada seca.

IV. INSTITUCIONES.

Existen varias instituciones conectadas directa o indirectamente con el desarrollo del riego en Barbados. La política es trazada y ejecutada principalmente por:

- i) El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Asuntos del Consumidor (MAFCA), tiene un amplio rango de responsabilidad en el campo del desarrollo agrícola, planificación, investigación y extensión y proporciona varios servicios a los agricultores y al público. Además tiene responsabilidad en los programas y políticas de cierto número de corporaciones y agencias públicas agrícolas y debe cooperar con otros Ministerios y cuerpos públicos en asuntos relativos a la alimentación y a la agricultura.

Específicamente en el campo de la irrigación realiza políticas generales sobre:

- a) Las actividades de la Unidad de Uso del Agua y el Suelo, cuyas funciones se detallan en el Apéndice N°2
- b) Sustitución de importaciones tendiendo a reforzar su reemplazo por alimentos producidos localmente
- c) Directamente garantiza incentivos y subsidios para establecer sistemas de riego; indirectamente a través de otros incentivos agrícolas, p. ej. subsidios para fertilizantes, etc.

ii) La Autoridad de Aguas de Barbados (BWA)..Este es un cuerpo estatuario responsable de todos los aspectos de la administración de los recurso hidráulicos. Controla la asignación, método de uso y donde es necesario la captación del agua de cualquier fuente. Es responsable de abastecer agua a los proyectos de riego costeados por el Gobierno, tanto con abastecimiento público como por el aprovechamiento de nuevas fuentes. Se mantiene una estrecha relación con MAFCA que está representado en el Consejo de Autoridad de Directores.

Otras instituciones involucradas son:

iii) La Corporación de Desarrollo Agrícola de Barbados (BADC). Este cuerpo está bajo el MAFCA y es responsable de la administración de las tierras agrícolas propiedad del Gobierno. Es la agencia ejecutora de dos (2) de los más importantes desarrollos gubernamentales en agricultura con riego, nominalmente: un esquema de asentamiento campesino; El Proyecto de Tierras Alquiladas de Spring Hall en el norte de la isla y un proyecto de Desarrollo Rural Integral esparcido en todo el país. El área irrigada total involucra unas 240 Ha (600 acres).

iv) La Corporación de Comercialización de Barbados, (BMC) es otro cuerpo estatutario, responsable de la regularización de precios de mercado de los generos alimenticios especialmente hortalizas, los que tienden a fluctuar ampliamente con períodos de abundancia y escasez. Con la División de Exportación del Ministerio de Comercio tiene la responsabilidad de desarrollar mercados en el exterior.

v) El Banco Nacional de Barbados y el Banco de Desarrollo de Barbados; ambos tienen "ventanillas" para crédito agrícola a pequeños agricultores, ganaderos y pescadores, con tasas de interés muy convenientes.

vi) La Asociación de Productores de Hortalizas de la Sociedad Agrícola de Barbados es una asociación de productores privados.

V. VENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO SOBRE EL RIEGO POR ASPERSION.

La Unidad de Uso de Tierra y Agua del MAFCA, realizó un pequeño ensayo de campo (0.4 Ha) de riego por goteo o riego localizado en hortalizas usando tubería de doble pared. Los resultados están contenidos en un reporte de progreso de Le Mahieu (6). Las conclusiones alcanzadas así como las observaciones hechas generalmente coinciden con experiencias de este sistema en otros países especialmente Israel y EE. U.U., donde ha sido aplicado más ampliamente por un tiempo considerablemente más largo. Así puede concluirse: " Se logran condiciones de humedad favorables para la planta y se restringen las pérdidas por evaporación. El agua es consumida por la transpiración de la planta no desperdiciada por evaporación. Se aumenta el uso consecutivo de la planta y su productividad, mientras se disminuye el total de agua usada. El agua es entregada directamente a la zona radicular de la planta y es aplicada uniformemente y las pérdidas por el viento son eliminadas". (6)

El experimento del campo ha demostrado la factibilidad técnica y la ventaja del riego localizado como un sistema. Muchas de las desventajas o inconvenientes presentados son debidos a equipo no adecuado o a problemas de manejo. Tales problemas no son insuperables y pueden eliminarse usando equipo más adecuado y adoptando las debidas prácticas de manejo.

En el mismo experimento considera Le Mahieu (1978), para las condiciones de Barbados, una eficiencia de aplicación del 95% para un sistema de riego localizado bien operado bajo condiciones de humedad alta y buena calidad de agua, y 65% de eficiencia de de aplicación para el sistema de aspersión también con buen manejo. Los requerimientos gruesos a 5.0 mm. por día de uso conjuntivo, significarían 370 m³/ Ha/ semana para goteo y 540 m³/Ha/semana por aspersión. Considerando solo este factor, el riego localizado requiere menos del 70% de los requerimientos para aplicación por aspersión.

En el mismo período los ahorros de agua con riego localizado que fueran alcanzados sobre los cultivos siguientes:

CUADRO 2: AGUA AHORRADA EN RIEGO LOCALIZADO VS ASPERSION

CULTIVO	mm AHORRADOS	m3/ha AHORRADOS	% AGUA AHORRADA
CALABAZA	140	1404	48
TOMATES	130	1303	40
OKRA	138	1381	38
MELON	183	1797	56
FRIJOL	34	348	20

El rango es entre 20% y 56%. Deben hacerse más investigaciones en Barbados para obtener información más confiable.

La conservación de los recursos naturales es de importancia general actualmente. Barbados no ha sido favorecido con superabundancia de algunos de esos recursos. Como se anotó antes, el agua es en particular un recurso limitado el cual aunque adecuado ahora en cantidad y calidad, debe predecirse que llegará a estar limitado al fin del siglo. La tierra es y ha sido por muchos años, también un recurso muy escaso.

Finalmente, no se han encontrado grandes reservas de fuentes convencionales de energía hasta ahora. Es en la conservación de esos tres recursos sin embargo, que el riego localizado muestra una superioridad marcada sobre el sistema de riego por aspersión más ampliamente adoptado. Se requiere menos agua por unidad de rendimiento, y además puede usarse a veces agua de menor calidad. La productividad por unidad de superficie es aumentada haciendo así más efectivo el uso de la tierra. Finalmente se alcanzan significativos ahorros en energía.

VI. ASPECTOS ECONÓMICOS DEL GOTEO VS RIEGO POR ASPERSIÓN EN BARBADOS.

Los costos totales de ambos sistemas tienen que compararse contra cualquier aumento en calidad y cantidad de rendimiento. Cuando se compare los datos económicos del goteo con otros métodos no es suficiente considerar solo el capital, costos fijos, trabajo, costos de operación y mantenimiento. En el sistema del riego por goteo deben tomarse en consideración otros factores del costo tales como:

- a) El costo de la protección de las plantas puede reducirse porque no hay "lavado" de sustancias químicas; tampoco el follaje es humedecido y reduciéndose así la susceptibilidad a plagas.
- b) La reducción en costo de control de malezas.

CUADRO 3: INVERSIONES DE CAPITAL EN RIEGO POR GOTEO PARA UNA SUPERFICIE DE 0.4 Ha.

<u>COMPONENTE</u>	<u>ESPECIFICACIONES</u>	<u>BDS\$</u>
A. EQUIPO		1336
Bomba	70 lpm con 40m carga 3/4 H.P.	1336
Unidad de potencia		334
Tubería principal	Tubería principal con válvulas tees, uniones, etc.	612
Tubería lateral	Tubería lateral con válvulas, tees, medidores de presión, conexiones a la tubería de doble pared, etc.	334
Filtro	Filtro y accesorios	412
Ferlizador	Fertilizador con conexiones	557
Tubería de doble pared	4800 metros	2004
Tensiómetros	Cinco unidades	334
Miscelaneos		223
INVERSION DE CAPITAL EN EQUIPO		<u>6146</u>
B. COSTO DE INSTALACION		
Bomba y Unidad Potencia		779
Resto sistemas		<u>445</u>
COSTO DE INSTALACION TOTAL		<u>1244</u>
C. INVERSIONES DE CAPITAL (A + B)		<u>7370</u>

Inversión de Capital \$ 7370 ÷ 0.4 ha = 18425 \$/ha.
Precios corrientes, 1979. Central Bank of Barbados. Economic and Financial Statistics, 1981

FUENTE: Le Mahieu, P. "Ensayo de Riego por Goteo en Barbados"
Agricultural Engineering Workshop, St. Lucia, 1978 mimeo.

- c) Los costos de agua y fertilizantes deben ser también menores, ya que ambos pueden ser usados más eficientemente.

VII ANALISIS ECONOMICO.

En las tablas siguientes están resumidos los costos del riego por aspersión y goteo en Barbados. Alguna de esta información se ha derivado de fincas modelo y se dan solo como guía, no son valores conclusivos en lo absoluto.

a) Costo del Riego por Goteo

El riego por goteo no ha sido adoptado ampliamente en Barbados. Para Identificar las posibles restricciones, se necesita una investigación mayor. Sin embargo, con los datos obtenidos por Le Mahieu en 1978, puede hacerle una comparación entre los dos sistemas.

Los parámetros para el diseño fueron:

Superficie: 0.4 hectárea

Cultivo: Hortalizas

Sistema: Tubería de doble pared

Bomba: Unidad de 3/4 H.P., entregando 70 lts./minuto con carga de 40 metros.

Nótese que los costos dados son solo para equipo y operación y se -- excluyen los costos del pozo, equipo y caseta.

b) Costo del Riego por Aspersión.

Para la comparación se tomó el ejemplo de un sistema de riego por aspersión del "Análisis de Costo del Suministro del Agua a Fincas Individuales" *. Las tablas 5 y 6 resumen el cálculo de inversión de capital y costos anuales del riego por aspersión para una finca modelo de 7.7 hectáreas en Barbados.

*Barbados. "Análisis del Costo del Suministro de Agua a Fincas Individuales"
Barbados. Rural Development Project, Sheet 75/81.

CUADRO 4: COSTO ANUAL DEL RIEGO POR GOTEO PARA UNA SUPERFICIE DE 0.4 HA.

COMPONENTE (1)	COSTO DE INVERSION (2)	VIDA* (AÑOS) (3)	CRF** (4)	COSTO ANUAL (\$) (5)=(2)x(4)	COSTO/HA. ANUAL (\$BDS) (6)
A. COSTOS FIJOS					
-Bomba	1336	10	0.1359	181	454
-Unidad de Potencia	334	10	0.1359	45	113
-tubería principal	612	20	0.0872	53	133
-Tubería lateral	334	10	0.1359	45	113
-Filtro	412	10	0.1359	56	140
-Fertilizador	557	10	0.1359	76	189
-Tubería de doble pared	2004	3	0.3741	750	1874
-Tensiometros	334	5	0.2374	79	<u>198</u>
TOTAL DE COSTOS PREVISTOS					<u>3214</u>
B. COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO					
1. Mano de obra					
Operación y supervisión 150h x \$2/h				334	834
movimiento de equipo 64h x \$2/h				142	356
2. Mantenimiento				111	278
3. Electricidad				134	<u>334</u>
TOTAL COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO					<u>1802</u>
C. IMPREVISTOS (10% of A + B)					<u>502</u>
D. TOTAL COSTO ANUAL (A + B + C)					<u>5518</u>

* Estimado por los autores

** Factor de recuperación de capital al tipo de interés compuesto del 6%

FUENTE: Ref. No. 9 y Cuadro No. 3.

El capital de inversión en riego por goteo incluyendo costos de instalación monta a \$7.370 para el experimento o \$ 7.370 para el experimento o \$ 18.425 por hectárea y tiene un costo de operación y mantenimiento incluyendo depreciación de \$5518/hectárea/año

El diseño del sistema incluye una bomba, principales de 3" enterrados y el equipo de riego por aspersión. Las consideraciones para el diseño son:

Horas de trabajo por día:	15 horas
Duración de aplicación:	5 horas
Ciclo de riego:	7 días
Aplicación gruesa:	51 mm
Area regada por aplicación:	0,37 hectárea

CUADRO 5: INVERSION DE CAPITAL POR ASPERSION PARA UNA SUPERFICIE DE 7.7 HA.

COMPONENTE	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (\$)	COSTO PARCIAL	COSTO INVERSION TOTAL
A. EQUIPO				
1) Planta bombeo 15 H.P., 604 lpm 73m carga y accesorios	1	10000	10000	10000
2) Sistema de distribución y accesorios	1	37930	37930	37930
3) Equipo de superficie -2"x9.1m(30ft) lateral elevador, aspersor	70	162	11340	20390
-2"x6m secciones principales	100	75	7500	
-Codos	25	42	1050	
-Tapones finales	20	25	500	
4) Total (1 + 2 + 3)				68320
5) Misceláneos (10% of 4) Costo total del equipo				6832 <u>75152</u>
B. Costo de Instalación				
Costo de Bombeo y potencia Sistema de distribución			1500*	
Tubo 4" PVC	253 m	19.42/m	4913	
Tubo 3" "	976 m	15.65/m	15277	
COSTOS TOTALES INSTALACION				<u>21690</u>
C. INVERSION DE CAPITAL (A + B)				<u><u>96842</u></u>

* Estimado por los autores

Capital de Inversión \$ 96842 ÷ 7.7 hectáreas = \$12577/hectárea

Precios corrientes 1979

CUADRO 6: COSIO ANUAL DE RIEGO POR ASPERSION PARA UNA SUPERFICIE DE 7.7 HA.

COMPONENTE	COSTO DE INVERSION	VIDA* (AÑOS)	CRF**	COSTO ANUAL	COSTO ANUAL/HA (\$)
A. COSTOS FIJOS					
-Bomba	10000	10	0.1359	1359	176
-Sistema Distribución	37930	20	0.0872	3307	430
-Equipo de Superficie	20390	10	0.1359	2771	360
TOTAL COSTOS FIJOS					<u>966</u>
B. COSIOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO					
a) 154h/hectárea/año x 8.1 hectárea=1244h x \$ 2/h				2488	
b) Mantenimiento					
-Bomba (10% del costo inicial)				1000	130
-Sistema tubería (5% del equipo de superficie)				1019	132
c) Electricidad				10823*	1406
TOTAL COSIOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO					<u>1991</u>
C. IMPREVISTOS (10% A + B)					<u>296</u>
D. COSTOS ANUALES TOTALES (A + B + C)					<u><u>3253</u></u>

FUENTE: Cuadro No. 5

* Estimado por los autores

** Factor de recuperación de capital al tipo de interés compuesto del 6%

El capital de inversión en riego por aspersión incluyendo costos de instalación asciende a \$ 96.842 ó 12.577/ hectárea y tiene un costo de operación y mantenimiento, incluyendo depreciación, de \$ 3.253/hectarea/año.

Tanto el costo de inversión por hectárea como el costo anual son más altos en goteo que en aspersión.

VIII SUPERFICIE, RENDIMIENTOS Y CULTIVOS BAJO RIEGO POR GOTEO.

Recientemente, Bourne '1 ha hecho un relevamiento del riego por goteo en Barbados. (Ver Apéndice N°3) Hay 11.3 Ha bajo este tipo de riego, de las que 1.7 Ha son en hortalizas y 9.6 Ha en cultivos de huerta. Tales superficies no están confinadas en las áreas secas o húmedas de la isla, pareciendo que su distribución depende del interés personal de los agricultores más que de las condiciones climáticas.

El relevamiento también reveló que los sistemas son pequeños y sencillos, consecuentemente no hay accesorios ni arreglos sofisticados automáticos para controlar su operación. La única excepción actual es una alta inversión; un paquete hidropónico para operar con cultivos sobre arena en una superficie de 0.26 Ha, con un costo inicial de BD\$ 176000.00 localizado en St. Philip.

Payne, D (10) condujo en 1979 una serie de experimentos con cultivos de hortalizas locales comunes usando riego por goteo y llevando registros de costos y rendimientos (ver apéndice 4). En la tabla N°7 se comparan los resultados de su trabajo con el rendimiento de cultivos similares bajo temporal y bajo riego por aspersión.

'1 Comunicación personal 1981

CUADRO 7: PRODUCCION DE OKRA, FRIJOL Y TOMATE BAJO CONDICIONES DE GOTEO, ASPERSION Y TEMPORAL

CULTIVOS	PRODUCCION KG/HA		
	GOTEO (10)	ASPERSION (8)	TEMPORAL (8)
Tomate	8203	8982	4491
Frijol	5624	8982	3368
Okra	9067	6736	3368

Fuentes: (8) y (10)

En las siguiente tables se comparan los costos de producción para los mismos cultivos y condiciones.

CUADRO 8: COSTOS DE PRODUCCION POR HA. DE OKRA, FRIJOL Y TOMATE BAJO CONDICIONES DE GUTEO, ASPERSION Y TEMPORAL

CULTIVOS	COSTO PRODUCCION (\$) POR KILOGRAMO		
	GOTEO (10)	ASPERSION (8)	TEMPORAL (8)
Tomate	8362	5152	3522
Frijol	5342	5632	3277
Okra	4753	4775	2934

Fuentes (8) y (10)

Nota. Precios corriente para 1979

CULTIVOS	COSTO PRODUCCION (\$) POR KILOGRAMA		
	GOTEO	ASPERSION	TEMPORAL
Tomate	1.02	0.57	0.78
Frijol	0.95	0.63	0.97
Okra	0.52	0.71	0.87

Fuente: Cuadros y 7 8.

Las cifras en la tabla N°9 indican que hay una variabilidad en el costo de producción por kilogramo de tomate, frijol y okra para los diversos métodos de aplicación o suministros del agua. Se necesita desde luego más información y mayor investigación para establecer conclusiones más precisas. Sin embargo en nuestra situación actual, puede decirse que con el riego sea por goteo o por aspersión hay mejor uso de los recursos tierra y agua.

IX RECOMENDACIONES PARA MAYORES DESARROLLOS.

1. Examinar la factibilidad del riego por goteo para pequeños campesinos, así como los problemas que los mismos puedan encontrar en su uso. Esto puede hacerse conjuntamente con el Proyecto de Desarrollo Rural.
2. Uso de energía eólica, tanques de retención y métodos de alimentación por gravedad.
3. Comparación detallada con otros métodos de riego.
4. Uso de diversos equipos, especialmente de fabricación local, sobre diferentes tipos de suelos y condiciones microclimáticas.
5. Uso de aguas salobres (sobre suelos adecuados).

David Croney, Jefe de la Unidad de Uso de Tierra y Agua.

Victor Ojeda, de la Oficina IICA en Barbados.

APENDICE N° 1OBJETIVOS GENERALES DE LA POLITICA AGRICOLA.

Las tendencias fundamentales de la política para-el sector agrícola pueden resumirse como sigue:

- 1) Mantener y si es posible aumentar las ganancias de la exportación del azúcar y desarrollar exportaciones de otros productos agrícolas.
- 2) Reducir la importación de bienes agrícolas siempre que sea técnica y económicamente factible las sustitución de importaciones y que al largo plazo no representen costos excesivos al consumidor, y donde el efecto total sobre la balanza de pagos (incluyendo el costo de equipos importados y suministros usados en la producción agrícola doméstica) sea favorable.
- 3) Lograr elevar los ingresos y mejorar las condiciones de vida para todos aquellos que obtengan su modo de vivir de la agricultura, mejorando la productividad de la población rural.
- 4) Mantener el tamaño de la población rural junto con el logro de otros objetivos de la política específica, tales como (1) mejoramiento de ingresos y de condiciones de vida para quienes trabajan la tierra y (2) costos competitivos de producción y métodos eficientes de producción tanto para la agricultura de exportación como la producción de bienes agrícolas para consumo doméstico.
- 5) Desarrollar las ligas entre la agricultura y otras industrias, tales como turismo y el procesamiento de materias primas agrícolas, para derivar el máximo beneficio para los sectores productivos distinguidos.
- 6) Determinar el tamaño económico óptimo de las empresas en las cuales la tierra agrícola deba subdividirse y asegurar que las tierras agrícolas no sean fragmentadas por abajo de esos tamaños óptimos.

- 7) Desarrollar fincas de tamaño medio eficientemente administradas (basada en el trabajo de la familia) en tierras propiedad del Gobierno o a través de la adquisición de tierras agrícolas cuando se ofrezcan en venta.
- 8) Conservar las tierras y proteger todos los recursos contrarrestando la erosión del suelo y hacer uso óptimo de las tierras inutilizadas y las sobre utilizadas.

A P E N D I C E N º 2ROL DE LA UNIDAD DE USO DE TIERRA Y AGUA.

La Unidad de Uso de Tierra y Agua (LWUU) del Ministerio de Agricultura está catalogada como una Unidad de Investigación que reporta al Adjunto del Jefe de la Oficina Agrícola para Investigación.

Las funciones primeras de la Unidad están en las áreas de geohidrología, irrigación y agrometeorología. Aunque esas tres disciplinas son fundamentalmente ingenieriles, llevan un fuerte componente de educación y extensión para usuarios actuales y usuarios potenciales del agua de riego.

La agrometeorología es esencial para un acercamiento científico a la geohidrología y la irrigación ya que la lluvia y otros parámetros climáticos necesitan ser orientados para la utilización efectiva del recurso. Así una estación agrometeorológica está comunmente mantenida contemplando el establecimiento de una red en toda la isla ya que el riego se practica en todo Barbados. Así una red de información sería una precursora esencial para la mejor utilización del recurso agua.

La Unidad comunmente monitorea una serie de pozos de observación como parte de su programa de geohidrología para cuantificar la extensión y características de la intrusión del agua del mar en el acuífero costero. También para ayudar a potenciales regadores en la obtención del agua se perforan pozos exploratorios y confirmatorios para determinar la profundidad del acuífero y el rendimiento potencial en agua.

La distribución irregular de la lluvia en Barbados conduce al uso del riego en cualquier condición agronómica. El rol de la Unidad con respecto al riego es en el desarrollo de sistemas y su optimización. En el desarrollo de sistemas la geohidrología del área es investigada y se detallan los sistemas de riego apropiados. Donde hay sistemas de riego en uso, se discuten con los propietarios presentándoles sugerencias para su mejoramiento especialmente en las áreas de operación y mantenimiento. En ocasiones se requieren tanto el riego como el drenaje donde se proporciona la orientación necesaria.

Las funciones anteriores de la Unidad son culminadas en un programa de extensión irrigacionista para informar tanto a los usuarios existentes como a los potenciales del agua de riego que es necesario optimizar el uso del recurso agua disponible en cualquier sistema de abastecimiento de agua, pública o particular.

Mayores aprovechamientos deben fortalecer la capacidad del componente de Investigación de las actividades de la Unidad. Esto puede hacerse implementando dos proyectos principales:

- i) Conduciendo investigaciones para cuantificar los parámetros cultivo-suelo-agua-clima de las plantas locales y sus interacciones, suministrando información para la selección del sistema óptimo y tolerancia mas precisa en diseño y operación; y
- ii) Investigación de la posibilidad de usar las aguas salobres-sus reservas-de las áreas relativas.

Ambos proyectos requeriran mas equipo y fuera de trabajo entrenada que la que hay disponible actualmente.

APENDICE NO. 3DISTRIBUCION DE AREAS CON RIEGO POR GOTEO

PARROQUIA	CLASIFICACION	
	HORIALIZAS (ACRE)	HUERTA (ACRE)
ST. PHILIP	1.0	8.50
CHRIST CHURCH	1.0	1.85
ST. JOHN	1.45	1.0
ST. GEORGE		8.50
ST. MICHAEL	0.10	0.13
ST. JAMES		0.25
ST. PETER	0.75	
ST. THOMAS		3.00
ST. ANDREW		0.32
	4.30	23.55
TOTAL	27.85 acres 11.27 hectáreas	

FUENTE: Bourne, C. Comunicación personal, 1981

APENDICE NO. 4

COSTOS DE PRODUCCION DE CULTIVOS

Cultivo : Tomate

Duración del cultivo: 11 semanas

Variedad : Walter

Area : Un acre

Método de Cultivo:

Rendimiento: 7306 lbs.

OPERACION	FRECUENCIA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<u>1. Preparación de tierras</u>			
(a) Barbecho	1 operación	30.00/acre	30.00
(b) Surcado	1 operación	15.00/acre	<u>15.00</u>
Subtotal			45.00
<u>2. Plantación propagación</u>			
(a) Mano de Obra	174 hrs.	2.12/hr.	368.88
(b) Semilla	10 oz	3.40/oz.	<u>34.40</u>
Subtotal			403.28
<u>3. Control Maleza</u>	755 hrs.	2.12/hr.	1.629.14
(a) Mano de Obra			
<u>4. Riego</u>			
(a) Mano de Obra	59 hrs.	2.46/hr.	145.14
<u>5. Fertilizantes</u>			
(i) Sulfato de Amonio	226,5 lbs.	0.14/lb.	31.71
(ii) Muriato de Potasio	226,5 lbs.	0.13/lb.	38.51
(iii) Fertilizante foliar (SM3)	87 oz.	0.29/oz	<u>25.23</u>
Subtotal			95.45
<u>6. Químicos</u>			
(a) Mano de Obra	26 hrs.	2.46/hr.	63.96
(b) Empalado	12 oz	0.20/oz	2.40
(c) Fungicidas			
(i) Dyrene	52 oz	0.26/oz	13.52
(ii) Dithane	148 oz	0.17/oz	25.16
(iii) Cupravit	35 oz	0.30/oz	10.50
(iv) Benlate	23 oz	1.18/oz	27.14

Cont. Apendice 4

OPERACION	FRECUENCIA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
(d) Insecticidas			
(i) Rogor 40	35 oz	0.22/oz	7.70
(ii) Sevin	34 oz	0.31/oz	10.54
(iii) Ambush	5 oz	3.88/oz	19.40
Subtotal			\$ 180.32
7. <u>Cosecha</u>	118 hrs.	2.12/hr	
(a) Mano de obra	12 hrs.	2.46/hr	279.68
Costo total			278.01
Costo de Produccion/lb.			0.38
Costo de producción/acre			279.01

APENDICE NO. 5

ESPECIES DE PLANTAS BAJO RIEGO

N O M B R E S	
COMUN	BOTANICO
GRAPE FRUIT	<i>Citrus paradisi</i>
LIME	<i>Citrus aurantifolia</i>
ORANGE	<i>Citrus sinensis</i>
LEMON	<i>Citrus limon</i>
MANDARIN	<i>Citrus reticulata</i>
SHADDOCK	<i>Citrus grandis</i>
BANANA	<i>Musa sp.</i>
BREADFRUIT	<i>Artocarpus altilis</i>
AVOCADO	<i>Persea americana</i>
MANGO	<i>Mangifera indica</i>
GUAVA	<i>Psidium guajava</i>
BARBADOS CHERRY	<i>Málphighia glabra</i>
GOLDEN APPLE	<i>Spondias cytherea</i>
SOUR SOP	<i>Annona muricata</i>
SUGAR APPLE	<i>Annona squamosa</i>
CUSTARD APPLE	<i>Annona reticulata</i>
BILIMBI	<i>Averrhoa bilimbi</i>
CARAMBOLA	<i>Averrhoacarambola</i>
POMEGRANATE	<i>Punica granatum</i>
GOOSE BERRY	<i>Phyllanthus oistichus</i>
SAPODILLA	<i>Manilkara achras</i>
MAMME APPLE	<i>Mammea americana</i>
JAMON	<i>Eugenia jambos</i>
GRAPE	<i>Vitis vinefera</i>
TOMATO	<i>Lycopersicon esculentum</i>
CUCUMBER	<i>Cucumis sativus</i>
MELON	<i>Cucumis melo</i>
OKRA	<i>Hibiscus esculentus</i>
CABBAGE	<i>Brassica oleracea</i>
SWEET PEPPER	<i>Capsicum annum</i>

IV SEMINARIO LATINOAMERICANO " RIEGO POR GOTEO "

" IMPACTO SOCIOECONOMICO DEL RIEGO
POR GOTEO EN MEXICO "

PONENTE :

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.

CONDICIONES GEOGRAFICAS, CLIMATOLOGICAS, HIDROLOGICAS, SOCIALES Y ECONOMICAS DE MEXICO.

La República Mexicana o Estados Unidos Mexicanos se localiza en el hemisferio Norte de nuestra América, entre los paralelos 15° y 32° L.N., contando con una superficie total de 1 969 000 Km² incluyendo sus islas.

Dentro de esta extensión se considera que existen - 26 800 000 de hectáreas (*) de superficie clasificada como agrícola, de la cual 5 800 000 Ha. están bajo riego y 21 000 000 Ha. son de temporal o secano. El área con posibilidades para la ganadería es de 106 200 000 Ha., correspondiendo a la superficie de bosque un total de 56 700 000 Ha., la clasificación de cerril o inútil, agrupa a 6 500 000 Ha. y el resto se cataloga como de otro uso, entre las que se encuentran las áreas urbanas.

La climatología del País, debido principalmente a la complicada orografía que posee, origina una variedad climática muy grande, que va desde áreas o zonas tropicales principalmente en el Sur y el Sureste, hasta el desierto propiamente dicho en la porción Noroeste, sin dejar de considerar el clima alpino -

(*) Atlas de Cartografía Sinóptica-COTECOCA.

en sus altas montañas que sobrepasan los 4 000 m. de altitud, se puede afirmar a grosso modo que casi el 70% del territorio se considera entre desértico y semidesértico, con todas sus variantes y características inherentes.

Hidrológicamente el país está dividido en dos grandes vertientes, la del Golfo y la del Pacífico, con algunas cuencas cerradas en el interior, donde se localizan varias lagunas y lagos. En la vertiente del Golfo existen varios ríos caudalosos, algunos de ellos navegables, en cambio en la otra vertiente se localizan ríos cortos y torrenciales.

Hidrológicamente el país cuenta con volúmenes considerables de agua superficial, sin embargo, por la mala distribución Geográfica del recurso, por las condiciones climatológicas y por la extensión misma del País, se tiene en una gran parte del mismo carencia del vital líquido.

En base a los estudios hidrológicos realizados, se tienen definidas las aportaciones de escurrimientos virgenes de cada una de las entidades federativas de la República Mexicana y que en total asciende a la cantidad de 410 279 000 m³.

En el Sureste, observamos que los estados de Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz cuya superficie total es de 266 727 Km², que equivale al 13.55% del territorio, aportan en conjunto un vo

lumen de 247 370 000 de m³ lo que representa el 60% del total del país. Paradójicamente en la zona Norte y parte del Centro donde se localizan los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Morelos Distrito Federal, Querétaro, Tlaxcala, Zacatecas, Durango, Nuevo León, Coahuila, Baja California Norte, Baja California Sur y Sonora cuya superficie en conjunto es de 818 826 Km², que corresponde al 41.62% de la superficie del territorio aportan entre ellos un volumen de 26 978 000 m³ que representa el 6.6% del total nacional.

Con la disponibilidad de escurrimientos virgenes que se muestran, aparentemente se satisfacen las necesidades de agua en la actualidad, para usos domésticos, industriales y riego. Sin embargo, ya se detectan en algunos estados, carencias del recurso, por ejemplo en los estados de Baja California Norte, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua y otros.

El Plan Nacional Hidráulico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, ha elaborado estudios para determinar los requerimientos que se presentaran para los años 1990 y 2000 concluyéndose que para estas fecha, 11 estados no satisfacerán sus necesidades, en base a la disponibilidad de escurrimientos superficiales y 5 entidades más estarán en condiciones de igualdad respecto a sus demandas.

Lo anterior, ha obligado a la complementación de este recurso mediante la explotación de aguas subterráneas; al respec-

to, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos tiene estudios Hidrogeológicos en una superficie de 469 173 Km², clasificados en - - cuatro categorías según su avance : Estudios iniciados, a nivel preli-- minar, a nivel avanzado y a nivel modelo matemático, dando prioridad a los Estados en donde las condiciones pluviométricas e hidrológicas - son críticas. Con la información disponible a la fecha, se tiene que la zona en explotación asciende a 225 582 Km². existiendo a la fecha más de 132 000 pozos que extraen un volumen anual de 16 333 000 de m³, volumen que en gran porcentaje se aplica al riego bajo el sistema tradicional. Esta situación manifiesta de inmediato la necesidad de - un mejor uso de este recurso natural y en el renglón riego, de su tec- nificación.

Independientemente al panorama hidrológico expues- to, se juzga necesario dentro del tema que se presenta, hablar de la - tenencia de la tierra, a este respecto, en México, existen las siguien- tes modalidades que son : Pequeña propiedad, ejidal, comunal y pro- piedad federal que por su poca magnitud pierde significación. En - cuanto a la cuantificación de cada una de ellas, puede señalarse que a las tierras ejidales corresponden 84 500 000 Ha. de las cuales sola- - mente 13 400 Ha. son de labor.

A la pequeña propiedad corresponden 87 800 000 - Ha. siendo de labor exclusivamente 12 100 000 Ha. Los terrenos - comunales ascienden a 7 500 000 Ha. correspondiendo 1 300 000 Ha. -

de labor. El resto de la superficie (17 100 000 Ha.) corresponden a terrenos de propiedad federal.

De lo anterior podemos concluir que aproximadamente la tierra de labor en México presenta sólo el 14% de la superficie total.

Por otro lado es conveniente aclarar que siendo el ejido una forma de tenencia de usufructo de la tierra para pequeñas comunidades rurales, creado por ley desde hace más de 60 años, se ha venido incrementando el número de ellos, llegando en la actualidad a 24 929 (*).

En estos, se asienta un total de 2 800 000 de ejidatarios que junto con los 100 000 colonos existentes, detentan una superficie total de 92 000 000 de hectáreas, que representan el 47% de la superficie total del país.

Aunque aparentemente los ejidatarios poseen una mayor superficie agrícola laborable, al considerar la superficie por jefe de familia, se observa que para los pequeños propietarios la relación promedio es de 8.6 Ha., en cambio para el ejidatario dicho promedio es de aproximadamente 4.8 Ha.

Además de que estos promedios de posesión de tie-

(*) Memoria de labores de la SRA-1980.

rras resultan demasiado bajos al pensar en que puedan servir de base para el sustento de una familia campesina, la situación se hace más crítica si se considera que en realidad existen zonas en el país, como en el Norte, en donde las parcelas son en ocasiones hasta de 100 hectáreas, motivando que en otras partes como en el Centro y Sur de México se presenten parcelas de menos de 1 hectárea.

Además, por la presión demográfica que se ha ejercido sobre la tierra, se ha provocado un fraccionamiento de la misma, llegando a lo que en México se denomina " minifundio ". Este término no debe entenderse como la superficie de tierra que no alcanza a cubrir las necesidades de ingreso de una familia campesina.

Si a todo lo anterior, aunamos que en la actualidad México cuenta con más de 67 400 000 habitantes, de los cuales aproximadamente el 40% habita en el medio rural y que la población económicamente activa es de sólo el 27.6%, correspondiendo de esta la cuarta parte al sector agropecuario, se puede colegir que en este sector, en números redondos laboran aproximadamente 7 000 000 de mexicanos y de ellos dependen directamente 30 000 000.

Por esto, se patentiza la preocupación del actual Gobierno en dar un impulso generalizado y decidido al sector rural, para lograr un incremento en el desarrollo del agro mexicano que garantice la autosuficiencia alimentaria y se alcancen mayores niveles de vida para los campesinos.

Para ello además de las crecientes inversiones dirigidas al sector, se generaliza más la aplicación de la técnica moderna, como el riego por goteo, para que la productividad de la tierra agrícola se eleve y sea mayor la producción que genera.

Con lo que se ha señalado hasta ahora se piensa que se habrá esbozado en forma general un marco de referencia acerca de la situación del país, mismo que servirá para ubicar mejor los temas siguientes.

BASES CULTURALES SOBRE EL RIEGO Y LA AGRICULTURA

Al igual que muchos otros países latinoamericanos, México cuenta con un pasado histórico que data de varios siglos; y en ese devenir, se ha ido formando la idiosincrasia de su pueblo, su cultura agrícola y sobre todo su acervo en materia de irrigación.

" Los habitantes del territorio que hoy constituye la República Mexicana, sobre todo los Mexicas o Aztecas, los Tarascos y Mayas, habían llegado a un alto grado de evolución cultural cuando desembarcó Cortés en sus playas a principios del siglo XVI. Muy conocido es el adelanto de aquellos pueblos en artes plásticas, astronomía, etc., adelanto igualado por el de la agricultura, gracias a las -

obras de irrigación que tuvieron que construir impulsados por las condiciones físicas de los lugares que habitaban "(*) .

" Los Mexicanos se asentaron en el Valle de México, cuando las enormes lagunas de Texcoco, Xochimilco, Chalco, Zumpango, etc. ocupaban la mayor parte del Valle.

La lucha que tuvieron que emprender contra el crecimiento y desborde de las aguas de los lagos y para el debido aprovechamiento del agua en usos urbanos y domésticos, así como para riego los llevaron a utilizar diques, canales, acequias, acueductos, presas, etc. De esta lucha nació el invento de la típica y original islilla flotante llamada 'Chinampa', que es campo de cultivo , jardín y habitación a la vez y cuyo uso se ha conservado hasta nuestros días "(*) .

Además de las chinampas utilizaban el sistema de terrazas, el de roza, tumba y quema; que también fue empleado ampliamente por el Imperio Maya en el Sur-Sureste del país.

" Una preocupación preferente en la obra de colonización Española en México fue la de que las Ciudades estuvieran abastecidas de agua y bien regados los campos ". Fueron principalmente los

(*) La Irrigación en México - Adolfo Orive Alva - 1970.

frailes Agustinos los constructores de acueductos, presas, captaciones de manantiales y vasos artificiales para aprovechar al máximo los - - escasos recursos acuíferos, como la Laguna de Yuriria, vaso artificial, hecho por el esfuerzo del Fraile Diego de Chávez^(*) . Dicha laguna - sigue regando una superficie considerable.

De los acueductos que se construyeron durante la - colonia, se encuentran muchos todavía en la actualidad como muestras de la grandiosidad de esos trabajos, tales como los de Querétaro, - - Guadalupe en Zacatecas, Morelia en Michoacán, Atlacomulco, Zempoala y Otumba en el Estado de México entre otros. Este último, uno de los más bellos de México, se debe al improvisado Ingeniero Fray - Francisco de Tembleque, quien lo construyó de 1570 a 1587.

Durante la época independiente, debido a las inter- venciones del extranjero y a una serie de guerras intestinas, no fue - posible que los gobiernos realizaran obras de irrigación, siendo esta - tarea absorbida prácticamente por la iniciativa privada que mejoraba las obras de la colonia y construía algunas obras nuevas, con objeto de re- gar algunos terrenos de los grandes latifundios que caracterizaron el - régimen de propiedad en la República hasta la Revolución de 1910.

(*) La Irrigación en México - Adolfo Orive Alba - 1970.

En lo que podemos llamar la época actual, después de la Revolución de 1910 y durante la etapa de lucha militar (1910 - 1915), el gobierno del Presidente Madero en 1912 inició los trabajos de una presa en el Estado de Hidalgo; la lucha armada impidió que el gobierno tomara en sus manos la construcción de más obras de riego. En 1917 se marcó el inicio de una nueva política en materia de riego, ya que el artículo 27 de la Constitución promulgada en ese año, consagró el derecho de la nación sobre la propiedad de las aguas, tierras y el subsuelo. A partir de entonces el gobierno fue el encargado de ejecutar obras de riego, consideradas como necesarias para el desarrollo agrícola del país y debido a la urgente necesidad de incrementar la producción agrícola, el gobierno crea en 1921 un organismo dependiente de la Secretaría de Agricultura y Fomento, al que se llamó Dirección de Irrigación.

ACCIONES DEL GOBIERNO FEDERAL EN MATERIA DE RIEGO

" Las generaciones de principios de siglo, arros-- traron la gran responsabilidad de establecer las bases de libertad y - justicia social en que se fincó el desarrollo del México moderno, siendo menester romper las estructuras económicas y políticas preexistentes, por medio de la Primera Revolución Social del Siglo XX. Esas mismas generaciones tuvieron, entre otras iniciativas, la visión de - - fundar, en el año de 1926, la Comisión Nacional de Irrigación, que - -

impulsó desde su base el desarrollo agropecuario del país, mediante -- la construcción de obras de riego. La situación económica y política de esa época, encauzó las obras de irrigación en dos propósitos fundamentales ; Satisfacer las grandes carencias de productos alimenticios y crear derechos sobre las aguas de corrientes internacionales; así mismo, en el año de 1936 se inician los programas de Pequeña Irrigación, a fin de satisfacer las demandas de grupos aislados de campesinos " (*).

A partir de 1946, se funda la Secretaría de Recursos Hidráulicos, organismo que como Secretaría de Estado, impulsa a niveles superiores la construcción de obras hidráulicas para coadyuvar al desarrollo económico y social del país.

A partir de la toma de posesión del actual régimen, en 1976, se lleva a cabo dentro de la Reforma Administrativa que se ha instituido en México, la unión de dos Secretarías de Estado, la de Agricultura y Ganadería y la de Recursos Hidráulicos para formar la actual Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), organismo del ejecutivo que se encarga del manejo del Sector Agropecuario del país.

Las obras hidráulicas para el desarrollo rural, o -

(*) La Obra de Pequeña Irrigación en el Desarrollo de la Comunidad Rural-SAR-1969.

de pequeño riego, constituyen una herramienta básica para coadyuvar - en la solución de los problemas de desarrollo del medio rural.

La estrategia establecida lleva a elegir el tipo adecuado de aprovechamiento que debe realizarse en una comunidad, a fin de alcanzar los objetivos económicos y sociales en las etapas inmediatas y futuras; también implica la determinación de otros programas de obras y servicios que se requieren para la producción y comercialización de los productos agropecuarios y establece el grado de dificultad para poder llevarlos a cabo.

La estrategia entraña, en forma relevante, la - - interrelación que guarda el medio físico, humano y las obras de in- - fraestructura, que para su realización dependen en principio de las limitantes naturales o físicas del medio y ello hará variar el tipo de -- obra y su magnitud.

La aplicación sistemática y racional de criterios, - para elegir los tipos de obra más adecuados, de acuerdo a múltiples - casos que en la realidad se presentan, ha conducido a la determinación de ocho modelos tipo, estimando que son los más característicos que en México pueden presentarse, desde luego que la combinación de - - éstos y el tamaño de los mismos producen varias alternativas, que - - deben analizarse para cada caso.

Dependiendo de la fuente de abastecimiento de agua puede elegirse el modelo más apropiado, ya sea subterráneo o superficial y se ajustará a las condiciones socioeconómicas que demandará el modelo, mismas que permitirán el desarrollo de la comunidad en base a la obra programada.

Con lo expuesto hasta este momento, se puede concluir que dadas las condiciones hidrológicas, geohidrológicas y de tenencia de la tierra, el método de riego por goteo, juega un papel muy importante para poder ampliar la barrera agrícola dada la creciente demanda de productos alimenticios, y que con apoyo en las bases culturales y la organización institucional que se tiene en México, puede expandirse con las consiguientes beneficios.

RIEGO POR GOTEO EN ALGUNAS ZONAS DEL PAIS

En México las áreas donde se han instalado los sistemas de riego por goteo presentan algunas características comunes, a saber, se localizan en pequeñas comunidades con escasez relativa de agua, en zonas áridas o semiáridas, con suelos del tipo arenoso por lo general y se han destinado primordialmente al establecimiento de cultivos perennes, con altos rendimientos económicos.

Este sistema se empezó a ensayar en México, allá

por los años de 1965-66, ha ido proliferando poco a poco, llegando -
actualmente a cubrir una superficie de aproximadamente 8 000 Ha. - -
mediante la instalación de 158 unidades en operación, incluyendo las -
particulares.

Aunque estas cifras resultan poco significativas en -
comparación con la superficie total puesto bajo riego, si reflejan el -
interés del Gobierno y de los particulares en aprovechar al máximo el -
recurso agua y la técnica moderna de este sistema, a pesar de lo ele-
vado de su inversión inicial.

Por lo general, y no obstante que existen algunas -
explotaciones colectivas, podemos señalar que en México la mayoría de
la tierra se trabaja en forma individual por los agricultores, dado el -
tipo de tenencia que poseen, con los consabidos inconvenientes que e - -
ello acarrea si se toma en cuenta el minifundio parcelario.

De ahí que el sistema de riego por goteo, además -
de las ventajas técnicas propias del mismo, en México se haya encon--
trado una más, que radica en la oportunidad de organizar a los produc-
tores para una explotación colectiva, o semicolectiva, ya que al insta-
lar un sistema de este tipo, se hace obligada la unión entre los usua--
rios, tanto para la adquisición como para la instalación y manejo del -
equipo de bombeo y del de riego propiamente dicho.

Además y como ya se ha señalado, por el costo un tanto elevado del sistema se hacen indispensables dos aspectos : Uno la compra del mismo en colectivo y dos, la implantación de cultivos - más redituables en áreas homogéneas con magnitudes apropiadas para - su manejo y que garanticen una mayor producción.

Los principales cultivos, en los que se ha instalado el sistema de riego por goteo, son en orden de importancia los siguientes : Vid, guayaba, durazno, nogal, aguacate, higuera, naranja, mango, olivo, banano, dátil, tomate y otros.

En las 8 000 hectáreas que se tienen actualmente - bajo riego por goteo, se ha observado que adicional al mejor uso del agua, a la posibilidad de fertilizar a través del sistema, al control de maleza y a otras ventajas del método, los rendimientos y la calidad - de los productos se han mejorado sustancialmente. Esto indudable- - mente redundará en el beneficio económico del campesino, por lo -- tanto a Nivel Nacional, se ha efectuado un análisis tendiente a de- - terminar la productividad de esta superficie en base a los cultivos establecidos y considerando rendimientos que aparentemente en algunos casos son bajos, pero que están fundamentados en los rendimientos - medios y por factores inherentes a la idiosincrasia de nuestros agri- - cultores, habiéndose obtenido lo siguiente :

El valor total de la producción en las 8 000 Ha., ha sido de \$ 460 000 000.00, es decir que en términos de un promedio simple, la productividad por hectárea es de \$ 57 000.00 hectárea al año, lo que equivale a \$ 2 400.00 dólares hectárea al año.

Con relación a la utilidad que han generado los cultivos puestos bajo riego con este sistema en términos generales, ésta ha sido de más del 60% respecto al valor de la producción y en un promedio simple se puede decir que alcanza un 78%, esta utilidad, aunada a la que siguen recibiendo por las actividades agrícolas tradicionales en el resto de la superficie que tienen dotada, ya sea de temporal o riego, han mejorado sustancialmente el nivel de vida de éstos grupos campesinos.

Cabe señalar que por las características de la producción que se genera en estas unidades de riego por goteo, se ha visto la necesidad de desarrollar otras actividades colaterales que coadyuven al desarrollo de las áreas productoras; éstas han sido principalmente pequeñas agroindustrias para la conservación, empaque y transformación de los productos, a efecto de proporcionarles una mayor diversificación en sus aprovechamientos, dado que la mayoría de ellos siendo frutales son perecederos en alto grado.

Además al proporcionarles valor agregado a los

productos, elevan su valor comercial en beneficio de las comunidades rurales y de los propios campesinos ya que se ha tratado en todo momento que las agroindustrias sean empresas ejidales manejadas por ellos mismos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dadas las condiciones Hidrológicas y Geohidrológicas del País, y ante la necesidad de aprovechar al máximo los recursos agua y suelo y en base al acervo cultural agrícola y de riego de los campesinos, es necesario se estimule el desarrollo de programas encaminados a establecer este sistema en las áreas marginales, ya que se puede afirmar que el impacto socioeconómico del Riego por Goteo en México, es, aun dentro de la pequeña superficie establecida de este método muy significativo, al constituirse como un implemento de desarrollo más acelerado en las economías de los agricultores.

Ahora bien, el incremento de áreas bajo este sistema, en la actualidad está constreñido por los altos costos que implica su establecimiento, motivado ésto por las características de los materiales de su fabricación y en el mercado nacional la falta de oferentes; por lo que es necesario se investigue la utilización de materiales con propiedades adecuadas para la fabricación de los diferentes elementos que constituyen el sistema buscando el abaratamiento de

precios.

Se considera que lo expuesto en esta plática, puede ser reflejo de situaciones parecidas que estén acaesiendo en algunas - de las Naciones hermanas aquí reunidas, pero que como denominador - común está en la mente de todos los que están ligados al sector campe - sino, la tecnificación del riego para propiciar mayor bienestar a los - agricultores y por consecuencia a nuestros países.

G R A C I A S .

**EMPRESA DE RIEGO Y CONSTRUCCIONES AGROPECUARIAS
VICE DIRECCION DE RIEGO**

EL RIEGO POR GOTEO EN NICARAGUA

Por: Luis Manuel Orosco L.

I N T R O D U C C I O N

El riego por goteo en Nicaragua se encuentra en etapa experimental, ya que existen áreas relativamente pequeñas con diversos cultivos (Hortalizas, Banano, Café), de los cuales en su mayoría se encuentran carentes de información debido entre otros factores a que se carece de una Institución Gubernamental, en la cual se vaya recopilando las áreas que se van incrementando por los diferentes sistemas de riego, y los pocos sistemas por goteo se encuentran en manos de la Iniciativa Privada y en forma aislada, por lo que no existen datos Estadísticos debido a la falta de Boletines Divulgativos.

El riego por goteo tuvo sus inicios a finales del año de 1977, con un área de 3.6 Ha. aproximadamente; la cual se inició en forma experimental y al mismo tiempo con carácter comercial, ya que el trabajo consistía en sembrar semillas de hortalizas para obtener semilla híbrida, certificarla y posteriormente exportarla.

1.-) Evolución de la aplicación de Riego por Goteo en el país desde 1975-1981.

a) SUPERFICIE POR AÑO

<u>AÑOS</u>	<u>AREA-HA</u>	<u>CULTIVOS</u>	<u>%</u>
1977	3.6	Hortalizas	---
1978	32.0	Banano	---
1979	---	----	---
1980	11.0	Café	---
1981	---	----	---

b) % DE AREA EN RELACION AL AREA TOTAL BAJO RIEGO

Como se puede observar el área de Riego por Goteo en Nicaragua en relación al área total bajo Riego, es prácticamente nulo, debido que es en la actualidad que está tomando mayor auge de parte del Agricultor, por lo tanto en nuestro caso no es significativo el % del área sembrada y regada por Goteo con el resto del área regada en el País.

2.-) RELACION DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS REGADOS POR GOTEO

a) Rendimiento-HA

<u>Cultivos</u>	<u>Sin Riego</u>	<u>Aspersión</u>	<u>Gravedad</u>	<u>Goteo</u>
Banano	25,000Pts/mz	48,000Pts/mz	-----	58,000Pts/mz
Café	7.0 qq/mz	14.0 qq/mz	-----	18qq/mz
Hortalizas	-----	6.0 Ton/Mét.	-----	7Ton/Mét/Mz

b) Beneficios económicos promedio por Ha en comparación con los obtenidos con métodos tradicionales.

Con relación a los beneficios económicos obtenidos en los cultivos Hortalizas y Bananos regados por goteo, se ha logrado obtener un mayor incremento en la producción y en la calidad del fruto. Según los datos Estadísticos obtenidos en la Standard Fruit Cía. (Caso del Banano) los gastos de agua y energía eléctrica para regar la misma área y el mismo cultivo; en goteo viene siendo la tercera parte de lo que se gasta en Aspersión; lo cual incrementa las utilidades de las áreas regadas por goteo en comparación de las áreas regadas por los métodos tradicionales.

3.-) Costos estimados actualmente por Ha para los principales cultivos por concepto de instalación - Goteo.

<u>CULTIVOS</u>	<u>COSTOS - HA (\$)</u>
Banano	1,200.00
Café	1,500.00
Hortalizas	1,500.00

Con relación a los gastos de operación en términos generales, son relativamente mínimos si lo comparamos con los costos de operación de los otros sistemas de riego (Aspersión, gravedad, etc.), aunque hasta la fecha no podríamos cuantificar cuánto es la diferencia entre el goteo y cada uno de los otros sistemas, debido a la falta de datos Estadísticos suministrados por los Agricultores.

En cuanto a la conservación de los equipos, en el área sembrada de Hortalizas, las líneas terciarias donde van los goteros, eran de mala calidad y con mucha frecuencia las mangueras se quebraban y en la actualidad tienen que ser sustituidas para que funcione el sistema en el próximo Año Agrícola.

Las 11 Ha sembradas y regadas por goteo, en Café el diseño está compuesto por 2 clase de tubería; la manguera tipo Bi-Wall, la cual tiene el inconveniente que con la acción del viento, la manguera cambia de posición y tiende a regar un poco alejado del sistema radicular.

Para solucionar este problema el Agricultor optó por enterrar la manguera y en vista que el tipo de suelo es arcilloso, cuando se deja de regar el suelo se vuelve compacto y los orificios de salida de la manguera se obstruyen.

También existe el inconveniente de que los insectos del suelo (roedores) con frecuencia cortan las mangueras ocasionando serios problemas.

El otro tipo de manguera es del tipo Netafin, con goteros de 4 Lts./hora, habiendo obtenido mejores resultados, pero con el inconveniente de los altos costos de inversión.

En cuanto a lo que se refiere a la Standard, la conservación del equipo se encuentra en términos generales en buen estado.

4.-) PROBLEMAS QUE AFECTAN LA MAYOR ADOPCION O INCREMENTO DEL RIEGO POR GOTEO A NIVEL NACIONAL.

Los principales problemas que afectan el mayor incremento del Riego por Goteo, a Nivel Nacional son entre otros los siguientes:

a) Costos del equipo son demasiados altos por Ha.

Si observamos el punto # 3, el costo del equipo por Ha para los diferentes cultivos, va incluido solamente a los que se refiere al equipo propiamente dicho, o sea que en estos precios no va incluido el Pozo, Equipo de Bombeo, Tendido Eléctrico (alambrado, transformadores, panel eléctrico, etc).

b) En la actualidad el punto anterior se agudiza cada vez más, debido a la falta de divisas en que se encuentra el País, debido a la situación económica y como mencioné anteriormente, en la actualidad los lotes regados por el sistema de goteo, está en manos de Agricultores particulares y al no poder obtener las divisas necesarias, tendrían que obtener a un precio 3 veces más caro, lo cual viene siendo algo prohibitivo.

c) La falta de datos estadísticos y de hojas divulgativas, son otros factores que impiden el incremento de nuevas áreas de Riego por Goteo, ya que hasta la fecha los casos son un poco aislados y faltas de informaciones.

d) También existe la falta de Técnicos con experiencia en riego por goteo, razón por la cual existe en la actualidad falta de promoción, aunque Profesionales y Agricultores, están plenamente conscientes de las ventajas que ofrece el sistema de riego por goteo con respecto a los otros sistemas.

5.-) PERSPECTIVAS PARA CORTO Y MEDIANO PLAZO POR RIEGO-GOTEO.

<u>CULTIVOS</u>	<u>CORTO PLAZO</u>	<u>MEDIANO PLAZO</u>
Banano	70Ha.	280Ha.
Café	100Ha.	70Ha.
Hortalizas	5Ha.	10Ha.
	<u>175Ha.</u>	<u>360Ha.</u>

Como se puede observar existen buenas perspectivas, para incrementar el Riego por Goteo en Nicaragua, siendo ésta perspectiva de parte de la Iniciativa Privada.

Hasta la fecha solamente en éstos 3 tipos de cultivos, se tiene cierta experiencia, existiendo la posibilidad en un futuro cercano, experimentar en cítricos y árboles frutales, según pláticas sostenidas con algunos Agricultores.

CONCLUSION

Como se puede observar, debido a la falta de una Institución, donde se recopile toda la información concerniente a las nuevas áreas por regarse, es que el presente informe carece de datos más concretos, sin embargo representa a grandes rasgos la situación actual.

Además de los inconvenientes anotados anteriormente, la falta de datos estadísticos sobre producción, costos de operación, beneficios económicos etc, es debido a que el sistema de Riego por Goteo, es reciente en nuestro País (1977), y en lo pocos años de existencia se carece de mayor infor-

mación, debido a que coincidió con los años de Insurrección y Guerra de Liberación, lo cual impidió que los Agricultores pudieran obtener mayor información, sin embargo en el presente Año Agrícola, se está reanudando los Riegos en forma más organizada y en ésta forma obtendremos mayores datos estadísticos a corto plazo.

Esperamos que con la creación del Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), fundado por Nuestro Gobierno Revolucionario, podamos obtener en un futuro muy cercano mayores informaciones, en vista que se está realizando un inventario general, para conocer la situación actual.

El Ministerio de Reforma Agraria (MIDINRA), creó en este año la Dirección de Riego y Drenaje, que se encargará de la Planificación y la Empresa de Riego y Construcciones Agropecuarias, que tiene como función la implementación de las nuevas áreas bajo riego.

Para esto el MIDINRA, ha reunido a los Profesionales con conocimiento en Riego, para que juntos realicen una labor que contribuirá positivamente en el desarrollo del País.

La creación también del CITA (Centro de Investigaciones y Tecnología Agropecuaria), permitirá a los Técnicos a experimentar el Riego por Goteo y tener parámetros que les permitirá conocer sus ventajas y utilización en mayor escala en el País.

cepml/.



Fig # 1

Equipo de bombeo del Riego por Goteo en la Standard Fruit Company en el Dpto de Chiriquí.



Fig # 2

Filtros de Malla colocados en batería (Standard Fruit Company)



Fig # 3

Estado actual del cultivo de Café sin Riego, en el Dpto de Carazo.
Nótese el estado crítico de la planta por falta de agua.
Foto tomada el 2-5-1981.



Fig # 4

En el mismo lote de la fig # 3, nótese la diferencia del cultivo (Café) sembrada bajo el sistema de Riego por Goteo.
Foto tomada el 2-5-1981.



Fig # 5

Estado actual de la planta de Café en etapa de Floración, bajo el sistema de Riego por Goteo.
En este lote existen plantas de diferentes edades.
Foto tomada el 2-5-1981.



Fig # 6

Plantas de Café en la zona de Carazo, con su respectiva carga bajo Riego por Goteo.
Foto tomada el 2-5-1981.

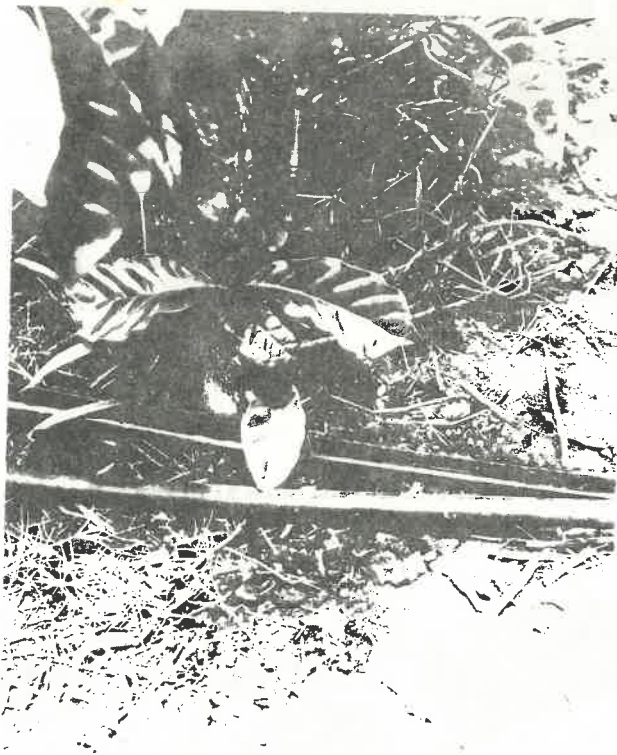


Fig # 7

Plantación de Café del Dpto de Carazo, sembrada y regada por el sistema de Riego por Goteo.

Nótese en la foto los dos tipos de manque-
ras que utilizan en el Diseño de Riego.

Foto tomada el 2-5-1981.



Fig # 8

Estado actual de la plantación de Café con el tipo de manguera Bi-Wall. Nótese que al final de la manguera se ensancha debido al estancamiento del caudal en ese punto, debido a lo ondulado del terreno.



Fig # 9

Almácigo de Café para ser transplantedo en nuevas áreas de Riego por Goteo.

RIEGO Y DRENAJE EN LA REPUBLICA DE PANAMA1- ASPECTOS FISICOS

De 7,246,000 Ha (sin incluir la Comarca de San Blas y 143,000 Ha que corresponden a la Antigua Zona del Canal) que tiene la República de Panamá, se estiman que hay 1,700,000 Ha de tierra cultivable que corresponden a las clases II, III y IV, hay 4,650,000 Ha de tierra aptas para pastos y árboles que corresponden a las clases V, VI y VII. Hay que destacar que del total de tierra cultivable 857,200 Ha son de clase IV, es decir tierras marginales para cultivos y que necesitan de inversiones significativas para su habilitación y prácticas de conservación de suelo. (ver Cuadro 3.1 adjunto)

Panamá goza de un clima tropical húmedo con precipitaciones anuales medias que oscilan de entre los 1,000 mm en puntos aislados de la Península de Azuero (Pacífico) hasta más de 7,000 mm en algunas zonas de la vertiente Atlántica. Ello lleva a poner en duda a primera vista, la justificación del riego en Panamá. Sin embargo, tal como se aprecia en los cuadros N° 3.4, existen dos épocas diferenciadas: el invierno, de abril - mayo a noviembre - diciembre con alta precipitación; y el verano, de diciembre a abril, en que las precipitaciones son prácticamente nulas, a efectos agrícolas. (El caso presentado, con ligeras variantes, es aplicable a toda la vertiente del Pacífico, si excluimos al Darién).

Además, aún en los meses "húmedos", se presentan años con grandes irregularidades en la distribución de las lluvias, ocasionando con cierta frecuencia pérdidas parciales en las cosechas, incluso totales en los cultivos de alta demanda de agua, como el arroz.

A grandes rasgos, puede afirmarse que las zonas de cultivo de Panamá se sitúan en zonas bajas y llanas. Las intensas lluvias de invierno provocan fuertes problemas de drenaje superficial, a nivel de parcela, en la mayoría de las zonas culti-

vadas del país. Ello dificulta o imposibilita la implantación de cultivos más rentables para el agricultor, pero que no soportan el exceso de humedad, encharcamiento e inundaciones del invierno.

La falta de drenaje imposibilita también la realización de la mayoría de las labores agrícolas en invierno, a pesar de un porcentaje relativamente elevado de días sin lluvias en los meses húmedos (ver Cuadros N° 3.3).

En general, debido a las características geofísicas y geológicas del Istmo, los ríos de la vertiente pacífica son cortos y de fuerte pendiente, hasta alcanzar las zonas bajas costeras, cuencas (o deltas) de sedimentación controladas por el nivel marino y propiciando la formación de manglares, puntas y bahías de poco ca lado.

Esta característica general de los ríos, unido a la concentración de las lluvias en aguaceros de alta intensidad, provoca avenidas de corta duración, pero con puntas elevadísimas, lo que provoca el frecuente desbordamiento de los ríos en las zonas bajas. Esto contribuye a agravar más aún, en amplias zonas, el problema del drenaje superficial.

En las zonas costeras, la escasa permeabilidad de los suelos, unido a los problemas de niveles freáticos e intrusión marina, acentúa aún más los problemas de drenaje.

2- ASPECTOS TECNICOS

Los primeros sistemas de riego fueron implantados en Panamá hacia 1920 por las grandes empresas internacionales, en sus plantaciones de banano y caña de azúcar. Actualmente existen más de 30,000 Ha bajo riego en Panamá, distribuidas según se indica en el cuadro siguiente:

	Ha
Chiriquí Land Company	6,000
COBAPA	3,000
Ingenios Particulares	7,500
Ingenio La Victoria	6,500
Proyectos Dependientes del MIDA (1)	1,500
Proyectos Particulares (estimación)	5,500
Total aproximado	30,000 Ha

En la década de los 60 comenzaron a realizarse estudios y proyectos de riego, - principalmente en la zona más "seca" del país (Península de Azuero, Coclé, Penonomé). Con asistencia de la F.A.O se implantó un proyecto piloto en el río La Villa (1964). Diversas empresas consultoras (Hidrotecnic Corporation, Binnie & Partners, Motor Columbus, Chas T. Main) han venido realizando, desde entonces, sucesivos estudios de factibilidad y hasta diseños detallados, sin que dichos estudios cristalizarán en obras. El M.I.D.A ha implantado unas 1,500 Ha bajo riego en diversas zonas, presentando problemas de diversa índole en cada uno de ellos (escasez de agua, canales de comercialización, drenaje, maquinaria). Sin embargo, la iniciativa privada está aumentando progresivamente la superficie regable, presentándose incluso problemas de limitación de agua en algunas zonas (El Salto en Chiriquí, Río Antón en Penonomé). Las dificultades ocasionadas en los últimos años por las sequías y la irregular distribución de las lluvias de invierno está aumentando la presión de productores particulares y organizados hacia una política más enérgica en materia de riego. El M.I.D.A negocia actualmente con el B.I.D un préstamo de unos 10 millones de dólares para un programa de pequeños proyectos de riego (entre 5 y 100 Ha cada uno).

En los últimos años se han producido severas pérdidas en las cosechas de arroz -

(1) Proyectos de Asentamiento, Juntas, Cooperativas y/o Empresas Agropecuarias - subordinadas en mayor o menor grado a las políticas del M.I.D.A.

en secano. Ello ha llevado a los campesinos dedicados exclusivamente al cultivo de arroz, al convencimiento de la necesidad del riego. Sin embargo, dichos terrenos serían susceptibles de producir hasta 2 cosechas anuales de otros cultivos (por ejemplo: maíz, sorgo) mediante adecuados trabajos de nivelación y drenaje.

Pero esto no implica que deba pasar la política de riego a segundo plano. El programa de sistematización de tierras puede ser realizado, directamente, por los agricultores (con asistencia técnica del M.I.D.A), financiados por créditos a medio plazo (5 años) del B.D.A.

Sin embargo, sólo el gobierno puede acometer la implantación de grandes sistemas de riego a nivel de aprovechamiento integral de cuencas, involucrando, posiblemente, obras de regulación, control de avenidas, producción de energía eléctrica, pesca, abastecimiento de agua, saneamiento, reforestación y conservación del medio ambiente. Además, la implantación de dichos sistemas deberá realizarse en estrecha conexión con el resto del quehacer agropecuario, sin que pueda separarse la agricultura de riego de la de secano, dadas las características climáticas del país. En invierno "desaparece" el riego durante 6 ó 7 meses, mientras que en verano habrá de servir de soporte al resto de la explotación agropecuaria.

Las consideraciones siguientes excluyen aquellos sistemas de riego no dependientes directamente del M.I.D.A (Ingenios, COBAPA, Fincas particulares).

Ninguno de los proyectos cuenta con un sistema de regulación (embalse), reduciéndose a captaciones por derivación parcial o total, bien por gravedad, bien por bombas. En algunos casos existen pequeñas presas que aseguran una mínima regulación horaria.

En general, la infraestructura de riego es precaria o mínima, por lo que los sistemas requieren elevados gastos de mantenimiento o en su defecto, presentan serias deficiencias de operación y escasas garantías de servicio.

Debido quizás a la escasa relevancia del riego en relación con los recursos hídricos disponibles, el control del consumo de agua es escaso o nulo, y muy bajas las eficiencias de riego. Como consecuencia, o relacionado con ello, la capacidad de manejo del agua es muy baja, (5 ls/seg x hombre como media; hasta 10 ls/seg x hombre en arroz).

En general, los riegos se han destinado a complementar el cultivo de arroz en invierno, por lo que se ha dado escasa o ninguna importancia a la sistematización de las tierras a nivel de parcelas. Ello dificulta alcanzar dos cosechas en invierno y una adecuada productividad, tanto en invierno como en verano.

En los cultivos de arroz se ejecuta una preparación mínima, consistente en unos pases de alisadora (land plain) para suavizar las irregularidades puntuales. Después de la siembra un murador construye unos pequeños bordos (que después de asentados difícilmente sobrepasan los 15 cms. de altura) para facilitar el riego. Se producen manchas de terreno que no reciben el agua de riego y bolsones que permanecen permanentemente inundados. Puede aventurarse, en términos generales, que del 30 al 40 % del área sembrada tiene pérdidas apreciables de producción, debido a esta falta de sistematización, lo que puede llevar a pérdidas globales del orden del 20 % en años normales. Los riesgos de pérdidas inducen al agricultor a disminuir la densidad de siembra y los tratamientos al cultivo, de forma que, cabría esperar fácilmente producciones un 50 % superiores a las actuales, de aplicarse las técnicas adecuadas (como de hecho ya obtienen algunos agricultores).

En verano, el terreno queda en barbecho, hasta que en abril se vuelve a sembrar el arroz, que se riega en abril y mayo, en algunas regiones del país.

3- MÉTODOS DE RIEGO

En Panamá se emplean métodos superficiales de riego, entre los que se destacan el de gravedad aplicado a surcos y melgas, y el de aspersion que se aplica prin-

palmente en el riego de caña de azúcar y banano.

Hasta el momento no se tiene ninguna experiencia con el riego por goteo, y dadas las condiciones de clima y por la poca experiencia que por ahora se tiene en riego, se necesitarán de varios años de investigación en riego por goteo para llegar a determinar si su utilización es aparente en las condiciones de clima tropical húmedo que tiene Panamá.

CUADRO NO. 3.1

DISTRIBUCION DE LOS SUELOS EN PANAMA, CLASIFICADOS SEGUN SU CAPACIDAD AGROLOGICA, POR PROVINCIA

SUPERFICIE EN MILES DE HECTAREAS

CLASES AGROLOGICAS	P R O V I N C I A S																			
	TOTAL		BOCAS DEL TORO		CCCLE		COLON		CHIRIQUI		DARIEN		HERRERA		LOS SANTOS		PANAMA		VERAGUAS	
	SUP.	PORC.	SUP.	PORC.	SUP.	PORC.	SUP.	PORC.	SUP.	PORC.	SUP.	PORC.	SUP.	PORC.	SUP.	PORC.	SUP.	PORC.	SUP.	PORC.
TOTAL I	7246.0	100	866.2	100	502.8	100	639.4	100	865.4	100	1626.4	100	235.0	100	385.0	100	1072.9	100	1053.2	100
II	190.7	2.6	15.4	1.8	26.6	5.3	13.5	2.1	65.5	7.6	5.9	0.4	8.9	3.8	2.34	6.0	9.4	0.9	22.1	2.1
III	682.6	9.4	95.1	11.0	45.3	9.0	23.1	3.6	82.9	9.6	223.9	13.8	28.7	12.2	20.3	5.3	102.5	9.6	608.0	5.8
IV	857.2	11.8	46.6	5.4	47.7	9.5	65.3	10.2	78.3	9.0	240.0	14.7	37.4	15.9	55.4	14.4	183.1	17.1	105.4	9.8
V	24.1	0.5	--	--	2.6	0.5	4.0	0.1	29.0	3.4	--	--	--	--	--	--	1.8	0.2	3.0	0.0
VI	1033.7	14.3	101.6	11.7	74.8	14.9	93.4	14.6	133.5	15.4	235.3	14.5	44.2	17.8	53.5	13.9	189.3	17.6	110.3	10.5
VII	3622.6	50.0	390.5	45.1	153.1	30.4	417.8	65.3	385	44.5	821.4	50.5	114.6	48.7	229.7	59.7	546.6	50.9	563.9	53.5
VIII	825.7	11.4	217.0	25.0	152.7	30.4	25.9	4.1	91.2	10.5	99.9	6.1	3.7	1.6	2.7	0.7	40.2	3.7	192.4	18.3

FUENTE: ATLAS NACIONAL DE PANAMA. 1975

(1) No se incluye la comarca de San Blas ni 143,200 Ha. correspondientes a la antigua Zona del Canal

CUADRO No. 3.3
 PRECIPITACION DIARIA Y DIAS DE LLUVIA EN ESTACIONES REPRESENTATIVAS PARA
 CHIRIQUI, VERAGUAS, COCLE, HERRERA, LOS SANTOS, PANAMA

PROVINCIA	No. DE EST	LUGAR	ELEV.	INFORMACION DE PRECIPITACION DIARIA	MESES DEL AÑO												AÑOS REG.	PERIOD REGIST.	
					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
CHIRIQUI	106-002	ALANJE	32	PROMEDIO DIARIO(mm)	0.8	1.2	1.0	4.1	8.1	8.9	8.2	11.0	11.0	13.1	9.4	3.2	1959	A	
				MAXIMO EN 24 HORAS	30.6	49.5	74.0	106.6	110.0	131.6	156.4	189.0	173.8	230.6	136.8	75.0			
				DIAS DE LLUVIA	4	3	4	9	18	20	18	20	21	24	20	9			20
				PROMEDIO DIARIO	14	11	12	13	25	24	26	25	27	30	25	18			18
CHIRIQUI	108-002	HATO	40	MINIMO	0	0	1	11	12	9	14	15	18	14	3	1978	1963		
				PROMEDIO DIARIO	0.8	1.1	1.6	5.1	10.8	12.6	11.8	14.3	16.2	17.7	12.1			3.7	
				MAXIMO EN 24 HORAS	39.0	51.0	45.5	102.0	104.0	138.5	131.0	170.0	145.1	156.0	171.0			116.0	
				DIAS DE LLUVIA	4	3	4	10	18	22	21	23	25	26	21			10	
CHIRIQUI	108-014	VELADERO	45	MAXIMO	10	9	12	16	27	27	28	28	29	31	27	17	1979	1963	
				PROMEDIO DIARIO	0	0	0	2	8	10	14	17	21	18	16	5			
				MAXIMO EN 24 HORAS	1.6	1.0	1.3	4.7	12.1	14.1	12.2	15.5	17.7	19.1	13.0	3.8			
				DIAS DE LLUVIA	58.0	50.8	56.8	116.0	101.6	90.8	123.1	107.1	152.9	138.1	112.1	73.3			
CHIRIQUI	108-023	DAVID	27	PROMEDIO	3	3	4	9	19	22	19	23	23	26	20	8	1971	A	
				MAXIMO	12	8	12	15	27	27	26	27	27	31	25	16			
				PROMEDIO DIARIO	0	0	0	2	13	13	10	17	16	20	11	1			
				MAXIMO EN 24 HORAS	1.1	0.4	1.2	3.3	8.5	11.8	8.0	11.3	15.3	12.1	9.8	1.7			
CHIRIQUI	108-023	DAVID	27	MINIMO	56.7	25.2	97.7	53.2	122.9	139.9	106.5	176.0	180.7	168.6	138.5	74.9	1978	8	
				PROMEDIO	4	2	4	8	19	21	20	23	23	25	20	7			
				MAXIMO	12	3	9	13	23	24	23	28	26	27	23	12			
				MINIMO	0	1	1	4	4	18	15	15	20	20	15	2			

NO. 2 DEL CUADRO 3.3.

PROVINCIA	No. DE EST LUGAR	ELEV.	INFORMACION DE PRE-CIPITACION DIARIA	MESES DEL AÑO												AÑO REG.	PERIOD REGIST	
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
VERAGUAS	118-003	SONA 20	PROMEDIO DIARIO(mm)	1.7	1.0	1.6	3.6	10.4	11.7	10.5	13.1	12.7	15.7	11.0	2.7	23	1956	
			MAXIMO EN 24 HORAS	98.0	50.5	150.0	100.0	80.5	100.0	68.6	100.5	102.0	100.0	100.0	133.0			90.8
			DIAS PROMEDIO	4	2	3	8	21	25	22	25	25	27	24	9			
			DE MAXIMO	16	7	9	20	28	30	28	31	30	31	30	26			
VERAGUAS	118-009	CATIVE 150	LLUVIA MINIMO	0	0	0	1	12	11	15	18	13	22	15	0	4	1978	
			PROMEDIO DIARIO	1.6	2.4	2.7	5.1	9.4	11.2	9	10.4	12.3	13.6	11.3	4.7			
			MAXIMO EN 24 HORAS	14.1	24.6	26.4	40.0	47.1	41.2	34.9	41.1	54.1	46.3	43.6	33.6			
			DIAS PROMEDIO	14	14	15	19	26	26	26	26	25	28	25	21			
LOS SANTOS	126-001	LAS TABLAS 50	DE MAXIMO	21	16	24	22	28	29	29	28	28	29	28	27	19	1978	
			LLUVIA MINIMO	6	11	8	17	24	23	24	24	23	25	22	15			
			PROMEDIO DIARIO	0.3	0.2	0.3	0.5	3.1	6.2	3.7	4.8	4.7	8.1	5.1	1.3			
			MAXIMO EN 24 HORAS	3.0	1.9	0.5	30.0	94.0	77.5	72.0	97.0	74.5	119.0	98.0	37.5			
COCLE	134-001	LL CORTEZO 60	DIAS PROMEDIO	1	0.5	0.4	2	8	13	10	12	13	14	11	4	24	1977	
			DE MAXIMO	7	4	6	5	18	20	19	21	20	21	20	11			
			LLUVIA MINIMO	0	0	0	2	2	5	2	4	8	7	5	0			
			PROMEDIO DIARIO	0.5	0.2	0.2	1.2	6.3	10.2	6.0	6.0	10.0	15.3	10.4	2.1			
COCLE	134-001	LL CORTEZO 60	MAXIMO EN 24 HORAS	25	35	22	166.5	138.0	140.0	131.5	76.2	111.6	130.5	121.0	90.0	24	1955	
			DIAS PROMEDIO	1	1	1	3	10	15	12	13	16	21	15	5			
			DE MAXIMO	6	6	4	9	19	26	21	24	27	31	23	17			
			LLUVIA MINIMO	0	0	0	0	2	3	3	6	6	15	7	0			

No. 3 del CUADRO 3.3

PROVINCIA	NO. DE EST.	LUGAR	ELEV.	INFORMACION DE PRECIPITACION DIARIA	M.E.S.E.S. DEL AÑO												AÑOS REG.	PERIODO REGISTRO
					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
COCLE	134-001	RIO GRANDE	20	PROMEDIO DIARIO	0.3	0.2	0.3	1.3	4.7	6.0	4.1	5.3	7.4	10.3	6.6	1.5	1956	
				MAXIMO EN 24 HORAS	45.5	41.0	92.5	59	153.0	73.8	75.0	115.5	114.6	138	180	78		
				DIAS DE PROMEDIO	2	0.4	0.9	4	11	16	13	16	18	21	15	6		
				DIAS DE MAXIMO	8	3	6	11	24	25	22	24	25	30	25	16		
COCLE	134-008	SONADORA	168	PROMEDIO DIARIO	0.8	0.2	0.4	1.5	7.6	7.3	6.3	8.6	10.7	12.4	9.2	1.6	1969	
				MAXIMO EN 24 HORAS	55	6.6	50.8	65.3	137.1	65.5	82.3	95.3	106.0	90.0	162	30		
				DIAS DE PROMEDIO	7	3	2	6	17	20	18	22	22	24	20	108		
				DIAS DE MAXIMO	15	6	8	12	22	28	24	29	27	31	30	23		
COCLE	134-020	RIO HONDO	22	PROMEDIO DIARIO	0.03	0.0	0.1	0.8	4.9	3.6	3.9	7.2	6.8	11.2	7.1	1	1972	
				MAXIMO EN 24 HORAS	4.5	1.6	8.2	32.3	68.5	81.4	64.1	70.5	109.4	115.8	102.6	18.7		
				DIAS DE PROMEDIO	0.5	1	2	3	15	18	13	17	18	23	19	6		
				DIAS DE MAXIMO	2	1	8	9	22	21	16	21	22	29	27	12		
COCLE	134-020	RIO HONDO	22	PROMEDIO DIARIO	0	0	0	0	10	15	7	10	12	12	9	2	1978	
				MAXIMO EN 24 HORAS	0	0	0	0	10	15	7	10	12	12	9	2		
				DIAS DE PROMEDIO	0	0	0	0	10	15	7	10	12	12	9	2		
				DIAS DE MAXIMO	0	0	0	0	10	15	7	10	12	12	9	2		

No. 4 del CUADRO 3.3.

PROVINCIA	NO. DE EST.	LUGAR	ELEV.	INFORMACION DE PRE-CIPITACION DIARIA	MESES DEL AÑO												AÑOS REG.	PERIODO REGISTRADO
					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
PANAMA	138-002	CAPIRA	117	PROMEDIO DIARIO	1.6	0.7	0.3	3.0	5.6	7.0	4.0	7.9	6.4	11.3	8.8	3.0	7	A
				MAXIMO EN 24 HORAS	46.7	31.6	22.0	105.0	75.6	103.5	46.9	89.3	85.4	96.3	105.3	48.3		
				DIAS PROMEDIO	7	3	2	5	13	17	14	16	19	21	19	12		
				DE MAXIMO	12	4	6	9	19	19	23	23	22	23	26	23		
PANAMA	138-005	CHAME	30	PROMEDIO DIARIO	0.8	0.1	0.3	1.3	5.1	6.7	4.1	7	7.7	10.2	7.1	1.7	8	A
				MAXIMO EN 24 HORAS	25.4	20.4	41.5	60	76.0	77.2	77.0	100.0	71.0	84.2	84.0	76.0		
				DIAS PROMEDIO	9	2	3	9	12	18	14	18	18	24	18	8		
				DE MAXIMO	3	1	1	2	9	14	12	12	15	16	12	4		
PANAMA	138-006	SAJALICES	40	PROMEDIO DIARIO	1.0	2.0	2.3	3.8	12.1	13.4	7.3	13.2	13.8	14.7	13.5	2.7	8	A
				MAXIMO EN 24 HORAS	43.5	73.0	86.0	70.0	101.0	108.4	100.0	120.0	103.0	183.7	244.5	74.0		
				DIAS PROMEDIO	5	3	3	7	16	18	12	16	17	21	18	8		
				DE MAXIMO	16	9	12	19	25	29	24	27	25	26	27	19		
				LLUVIA MINIMO	0	0	0	0	9	11	4	6	12	15	10	1		

NO. 5 DEL CUADRO 3.3.

PROVINCIA	NO. DE EST.	LUGAR	ELEV. ELEV.	INFORMACION DE PRECIPITACION DIARIA	M E S E S D E L A Ñ O												AÑOS INIC.	PERIODO LEGISLATIVO
					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
PANAMA	148-001	CHEPO	30	PROMEDIO DIARIO	1.2	0.4	0.3	2.3	8.0	9.1	7.2	8.2	9.4	13.4	11.2	4.2	24	1955
				MAXIMO EN 24 HORAS	91.0	35.0	40.0	98.0	112.0	101.0	98.0	113.0	107.5	185.5	213.0	107.0		
				DIAS DE PROMEDIO	6	4	3	6	19	23	21	23	25	26	24	13		
				MAXIMO DE LLUVIA	13	10	9	16	29	30	29	29	30	31	30	27		
				MINIMO	1	0	0	0	0	4b	6	12	19	21	16	1		1978

CUADRO 3.4.

INFORMACION MENSUAL DE

PRECIPITACION EN ESTACIONES PLUVIOMETRICAS REPRESENTATIVAS PARA EL PROGRAMA "PEQUEÑAS OBRAS DE RIEGO

Provincia	No. de Estac.	Elevad. (Mts.)	Lugar	M E S E S DEL AÑO												Total Anual	Pic.	Año Período Registrado
				Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.			
Chiriquí	103-102	20	Blanco	Promedio Mensual	77.7	42.4	61.2	36.2	256.6	282.3	259.6	317.4	325.4	199.7	279.5	166.4	704.3	1946 A 1972
				Desv. Standard	77.4	33.0	44.6	72.5	93.8	89.3	101.2	87.6	92.0	100.4	119.9	78.6	444.6	
				Coef. de Variabilidad.	1.0	0.78	0.73	0.53	0.37	0.32	0.39	0.28	0.28	0.60	0.43	0.47	0.16	
				Prec. Max. (m.m.)	373.9	127.5	183.9	341.9	439.2	193	506.7	546.6	590.6	1781	746.2	282.4	4030.7	
Chiriquí	103-005	8	Divalá	Promedio Mensual (mm)	10.9	0.8	2.5	15.2	106.4	134.6	109.2	130.3	194.1	191.1	94.5	62.7	1959.4	1969 A 1976
				Desv. Standard	52.8	34.7	26.7	65.9	283.6	192.7	221.4	275.0	101.9	398.3	366.4	85.1	2,04.5	
				Coef. de Variabilidad.	46.0	29.6	17.2	52.0	100.4	77.1	84.0	97.3	103.9	124.0	130.3	59.2	409.4	
				Prec. Max. (m.m.)	131.0	70.9	44.0	152.0	476.6	325.8	304.7	441.9	391.4	571.8	381.6	153.5	3658.6	
Chiriquí	103-001	55	Alanje	Promedio Mensual	3.2	0.0	2.1	10.9	184.0	101.3	89.8	180.2	268.2	196.2	233.1	10.5	1806.2	1960 A 1972
				Desv. Standard	34.9	40.0	24.4	134.8	244.2	282.1	264.4	380.9	315.3	468.7	281.1	101.3	2472.1	
				Coef. de Variabilidad.	1.06	1.27	1.09	0.52	0.33	0.41	0.34	0.15	0.38	0.26	0.39	0.56	0.11	
				Prec. Max. (m.m.)	112	156	103	210.5	345.3	524.9	483.7	413.8	522.5	588.6	440.0	179.5	2945.2	
Chiriquí	103-002	40	Hato Viejo	Promedio Mensual	0.0	0.0	0.6	12.5	104.0	133	123	263	128.5	261.5	109.5	5.0	1680.0	1964 A 1972
				Desv. Standard	42.4	32.2	36.4	176.2	338.8	382.0	351.5	413.5	166.9	533.7	425.2	130.3	3249.7	
				Coef. de Variabilidad.	53.1	41.5	40.1	93.4	110.4	138.4	94.8	86.9	137.7	120.0	72.8	65.3	502.2	
				Prec. Max. (m.m.)	145.0	116.5	98	349.5	533.5	657	482.5	558	657	749	437.5	236.5	3872.8	
Chiriquí	103-012	15	David	Promedio Mensual	0.0	0.0	0.0	36.5	204.0	213.5	181.0	327.5	234	379	212	10	2315.1	1968 A 1976
				Desv. Standard	46.3	31.2	39.4	120.6	240.1	341.0	278.6	368.7	502.0	396.4	318.8	73.4	2745.7	
				Coef. de Variabilidad.	47.0	33.8	55.7	75.8	93.7	62.9	89.5	103.2	141.0	143.6	86.3	49.4	386.1	
				Prec. Max. (m.m.)	144.3	102.5	157.3	220.7	404.6	461.5	373.8	550.7	699.5	607.7	446.4	133.5	3117.6	
				Prec. Mfn. (m.m.)	2.5	4.4	1.3	3.9	132.2	280.7	96.1	250.0	285.5	218	202.4	3.5	2005.1	

Viene cuadro #3.4.

Prov.	No. de Estación	Elev. (Mts.)	Lugar	Información de Precipitación	MESES DEL AÑO												Total Anual	Años de Reg.	Período de Registro			
					Enero	Febrer.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.						
Chiriquí	108-014	45	Meladero	Promedio Mensual	70.5	37.2	31.4	198.4	394.2	390.1	363.3	482.7	516.7	513.9	353.4	130.3	3582.1	9	1964 A 1972			
				Desv. Standard	82.2	39.1	26.2	173.9	139.0	88.4	158.5	94.8	0.20	0.22	0.20	0.20	0.32			0.61	0.11	
				Coef. de Variabil.	1.18	1.05	0.83	0.88	0.35	0.23	0.44	0.20	0.20	0.20	0.20	0.22	0.20			0.32	0.61	0.11
				Prec. Max. (mm)	231	126	90.5	523.2	641.5	555.1	600.3	597.9	300	337.6	415	231	285.1			4053.8		
Chiriquí	110-301	30	San Lorenzo	Promedio Mensual	33.7	27.0	37.8	126.3	362.2	407.2	353.9	497.3	556.6	598.6	389.9	93.8	3433.3	9	1968 A 1976			
				Desv. Standard	40.5	24.9	47.7	128.1	100.0	90.3	136.7	126.7	147.6	87.2	132.0	89.2	654.9					
				Coef. de Variabil.	1.20	0.92	1.26	1.01	0.28	0.22	0.38	0.25	0.27	0.15	0.34	0.95	0.19			0.26		
				Prec. Max. (mm)	123	69	114.5	412.5	517	510	560	686	898	733	618	267.5	4543.5					
Chiriquí	112-307	20	Remedios	Promedio Mensual	25.4	40.3	25.3	119.6	351.3	430.8	403.8	451.1	410.7	703.0	448.3	109	3519.1	16	1951 A 1967			
				Desv. Standard	28.2	47.8	31.7	86.4	160.1	140.2	136.8	166.5	112.8	335.3	156.1	97.3	790.6					
				Coef. de Variabil.	1.11	1.19	1.25	0.72	0.46	0.33	0.34	0.37	0.27	0.48	0.35	0.89	0.22			0.26		
				Prec. Max. (mm)	94.0	169.7	95.2	323.8	577.8	795	722.6	721.6	735.3	613.7	744.0	358	5349.5					
Veraguas	118-303	20	Soná	Promedio Mensual	61.6	23.9	33.4	1.95	299.9	369.6	345.4	372.9	410.7	498.5	328.9	98.2	2958.9	17	1956 A 1972			
				Desv. Standard	85.5	39.6	38.0	71.7	82.4	79.2	98.5	77.8	137.2	117.9	145.8	63.7	309.0					
				Coef. de Variabil.	1.39	1.32	1.14	0.65	0.27	0.21	0.29	0.21	0.33	0.24	0.44	0.67	0.10			0.26		
				Prec. Max. (mm)	236.5	149.5	163	88	448	552.5	445.5	526	669	680	726.5	218	3570.4					
Veraguas	120-004	100	Canto Dax Llano	Promedio Mensual	50.3	33.9	22.1	100.4	323.9	372.9	256.3	365.7	377.3	473.9	369.8	141.0	2897.5	9	1964 A 1972			
				Desv. Standard	61.3	58.9	39.5	74.6	145.6	121.0	106.3	100.9	170.2	116.5	136.1	58.4	766.5					
				Prec. Max. (mm)	154.8	169.9	109.5	221	384.7	544.2	425.1	524.4	700.8	725	553.1	229.0	4122.1					
				Coef. de Variabil.	1.22	1.74	1.79	0.74	0.45	0.52	0.41	0.28	0.45	0.46	0.37	0.41	0.26					
				Prec. Min. (mm)	0.0	0.0	0.0	25	180	292.5	132	272.8	178	258.5	133.5	13.5	2475					
				Prec. Min. (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
				Prec. Min. (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
				Prec. Min. (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					

Viere cuadro No. 3.4.

Provincia	No. de Estación	Lugar	Elev. (Mts.)	Información de Precipitación	MESES DEL AÑO												Total Annual	Año de Reg. Registr
					Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.		
Veraguas	22-001	Mariato	100	Promedio Mensual	35.8	8.4	6.7	80.3	328.2	402.6	334.4	393.2	488.2	680.9	517.2	62.1	3439.2	1920 A 1938
				Desv. Standard	63.0	13.4	11.1	49.0	119.1	107.3	71.5	161.5	135.3	246.0	284.8	87.9	674.4	
				Coef. de Variabilidad	1.71	1.59	1.65	1.61	0.36	0.27	0.21	0.4	0.28	0.36	0.55	0.54	0.20	
				Prec. Máx. (mm)	259.1	50.8	40.8	179.3	575.1	615.9	460.8	886.2	770.6	114.6	1125.0	122.1	4700.3	
				Prec. Mín. (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	121.4	212.9	196.6	172.0	275.6	325.4	22.6	25.1	2436.4	
Veraguas	32-010	Calobre	120	Promedio Mensual	33.0	24.4	28.6	122.1	339.4	347.9	292.9	337.8	415.1	489.7	364.5	103.0	2893.4	1960 A 1972
				Desv. Standard	53.2	42.6	55.7	76.2	141.2	114.6	123.2	109.9	99.9	137.3	119.7	79.0	468.6	
				Coef. de Variabilidad	1.61	1.74	1.95	0.62	0.42	0.33	0.42	0.33	0.24	0.26	0.33	0.77	0.16	
				Prec. Máx. (mm)	183.5	130.8	168.6	265.1	585.3	545.2	471.7	518.1	607.4	827.4	597.2	668.8	3397.0	
				Prec. Mín. (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	134.5	176.5	129	188	285	260	224.3	2.0	2044.2	
Los Santos	124-001	Tonosí	15	Promedio Mensual	29.3	3.0	5.8	50.1	268.5	241.9	231.1	231.0	244.8	402.1	337.3	14.5	2159.2	1924 A 1972
				Desv. Standard	49.8	7.7	13.5	54.3	268.4	98.1	91.9	71.0	97.8	163.2	143.1	104.5	561.5	
				Coef. de Variabilidad	1.70	2.57	2.32	1.09	1.0	0.41	0.40	0.31	0.40	0.41	0.42	0.91	0.20	
				Prec. Máx. (mm)	179.8	39.9	66.0	258.6	1028.3	593.6	464.6	452.1	526.0	808.5	731.3	528.8	4304.5	
				Prec. Mín. (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	43.9	61.0	67.3	77.5	85.3	185.7	52.0	0.0	1301.7	
Los Santos	126-001	Las Tablas		Promedio Mensual	10.7	4.5	1.3	38.3	103.1	189.8	109.3	144.0	147.2	219.5	141.3	46.1	1160.1	1959 A 1972
				Desv. Standard	26.4	15.6	4.3	48.1	66.1	79.7	54.4	79.7	65.5	112.6	68.4	38.0	316.7	
				Coef. de Variabilidad	2.47	3.44	3.38	1.26	0.62	0.42	0.50	0.55	0.44	0.51	0.48	0.82	0.27	
				Prec. Máx. (mm)	94.5	56.5	15.5	185.9	265	304.5	187.5	333.5	299.5	397.5	246	127	1950.5	
				Prec. Mín. (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	48.8	32	30.5	58.6	36.4	52	0.0	771.6	
Los Santos	126-014	Punta Mala		Promedio Mensual	17.0	0.1	0.5	17.6	158.9	255.5	243.5	238.8	225.9	233.4	179.9	99.8	1671.0	1918 A 1968
				Desv. Standard	31.0	0.6	1.9	22.5	86.9	98.5	86.3	76.9	95.1	124.2	86.4	72.6	265.0	
				Coef. de Variabilidad	1.82	5.10	3.83	1.28	0.55	0.39	0.35	0.32	0.42	0.53	0.48	0.73	0.16	
				Prec. Máx. (mm)	140.6	3.0	9.4	69.6	346.2	559.3	506.2	428.2	517.9	508.8	452.9	233.2	2128.8	
				Prec. Mín. (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	52.6	114.8	120.6	123.4	81.0	90.7	26.2	11.2	1246.6	

Viene cuadro NC. 3.4.

Provincia	No. de Estación	Lugar	Elev. (Mts.)	Información de Precipitación	M E S E S												A	Ñ	O	Total Anual	Años de Reg.	Período de Registro
					Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.						
Los Santos	128-001	Los Santos	10	Promedio Mensual	35.3	9.1	5.7	25.1	97.5	145.6	96.1	113.0	178.2	222.9	145.5	48.3	1122.1	8	1965 A 1972			
				Desv. Standard	63.9	24.8	15.7	29.0	48.3	78.6	46.3	48.7	79.7	101.6	60.1	29.4	259.4					
				Coef. de Variab.	1.81	2.72	2.76	1.16	0.50	0.54	0.48	0.43	0.45	0.46	0.41	0.61	0.73					
				Prec. Máx. (mm)	188.5	70.5	44.5	56.5	177.4	283.5	199.5	198	346	385	251	78.5	1364.5					
Los Santos	128-002	Atalayita	20	Promedio Mensual	25.0	13.3	4.4	27.3	153.6	185.3	111.9	170.9	255.2	316.1	184.4	49.1	1506.6	8	1965 A 1972			
				Desv. Standard	47.8	36.7	12.4	40.1	121.0	80.7	74.5	35.2	71.9	154.9	69.9	36.8	333.5					
				Coef. de Variab.	1.91	2.75	2.83	1.47	0.74	0.44	0.67	0.21	0.28	0.49	0.38	0.75	0.27					
				Prec. Máx. (mm)	140.2	104.0	35.0	107.4	303.5	300.5	203.5	207	358	571	295	104.5	1817.5					
Herrera	132-012	Divisa	23	Promedio Mensual	30.5	3.9	7.2	47.6	192.6	242.2	154.7	203.8	285.1	190.9	237.9	89.1	1785.1	8	1965 A 1972			
				Desv. Standard	44.5	9.6	19.1	57.3	107.6	66.0	51.0	88.5	158.1	110.6	91.6	76.0	304.6					
				Coef. de Variab.	1.46	2.47	2.66	1.20	0.56	0.27	0.33	0.43	0.55	0.38	0.35	0.65	0.17					
				Prec. Máx. (mm)	126.5	27.5	54.5	176.5	425.5	341	227.5	341.5	482	551	381.5	215.5	2141.0					
Coclé	132-015	Ingenio Santa Rosa	24	Promedio Mensual	14.2	1.6	3.5	37.1	211.4	210.1	167.5	197.8	239.6	349.6	248.6	69.6	1749.7	47	1926 A 1972			
				Desv. Standard	26.4	5.7	15.7	48.5	97.1	95.3	77.8	88.5	77.2	105.2	109.1	51.3	301.6					
				Coef. de Variab.	1.86	3.49	4.50	1.31	0.46	0.45	0.46	0.45	0.32	0.30	0.44	0.74	0.17					
				Prec. Máx. (mm)	13.5	33.0	104.9	197.1	552.7	507.2	394	351.3	452.6	602.2	699.0	183.6	2373					
Coclé	132-021	Estrella	12	Promedio Mensual	6.6	3.2	1.0	21.3	140.0	181.6	137.8	145.9	201.2	246.7	231	61.9	1613.2	42	1931 A 1977			
				Desv. Standard	14.4	10.6	4.9	35.0	74.3	69.6	77.6	69.7	99.5	119.3	116.6	76.7	333.6					
				Coef. de Variab.	2.18	3.29	4.84	1.64	0.51	0.49	0.56	0.48	0.48	0.48	0.51	0.34	0.34					
				Prec. Máx. (mm)	57.4	47	29.5	129	372	488	373	315	499	685	500	311	2522					
Coclé	134-001	El Cortezo	60	Promedio Mensual	19.6	8.6	3.0	37.1	205.6	349.8	181.3	223.0	293.6	515.1	322.2	71.2	2237.1	17	1956 A 1972			
				Desv. Standard	20.7	15.1	10.5	37.2	143.0	207.5	122.8	95.6	154.9	239.6	207.7	102.0	796.4					
				Coef. de Variab.	1.06	1.75	2.17	1.00	0.70	0.59	0.68	0.43	0.52	0.47	0.64	1.43	0.46					
				Prec. Máx. (mm)	58.2	45.5	44.0	112	322	378	404	399	790.5	1034	933.5	405	4120.0					
				Prec. Mín. (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0	60.0	45.5	39.4	155.5	194.8	45.0	0.0	1087.0					

Viene Cuadro No. 3.4.

Provincia	No. De Estación	Lugar	Elev. (Mts.)	Información de Precipitación	M E S E S DEL A N O												Total Anual	Años de Reg. Registro	Periodo de Reg.
					Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.			
Coclé	134-003	Río Grande	20	Promedio Mensual	13.1	6.3	10.3	41.1	163.6	186.1	117.8	161.3	232.9	300.8	197.9	57.4	1483.6	1956 A 1972	
				Desv. Standard	27.6	18.5	31.2	43.7	90.0	86.7	54.2	94.8	141.1	90.6	55.1	358.7			
				Coef. de Variab.	2.10	2.93	3.04	1.06	0.55	0.47	0.46	0.59	0.41	0.47	0.46	1.05	0.24		
				Prec. Máx. (mm)	104	75	129	155	309	418	208	450	446.3	722	394	176.5	2099.3		
				Prec. Mín. (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	93	61	40.5	45.7	105	111.5	86.0	1.0	880.6		
				Promedio Mensual	47.6	10.7	12.0	72.4	255.7	272.6	225.3	248.5	272.5	372.0	324.0	136.0	2252.2		
Panamá	148-001	Chepo	30	Desv. Standard	63	14.3	15.5	60.6	118.9	103.5	83.0	78.3	87.8	104.4	148.2	118.8	453.5	1956 A 1972	
				Coef. de Variab.	1.33	1.34	1.29	0.84	0.47	0.38	0.39	0.32	0.28	0.46	0.87	0.20			
				Prec. Máx. (mm)	228.5	52	52.5	168	582	443	347	421.5	441.5	561.5	595.4	440.5	3574.5		
				Prec. Mín. (mm)	0.5	0.0	1.0	0.5	101	151.5	44.5	123.5	140.5	183.5	136	1.5	1661.0		

EL RIEGO EN LA REPUBLICA DOMINICANA^{1/}Situación y Perspectivas del Riego Localizado

Por Zenaido Gonell*
Fernando Campos
Manuel Paulet^{2/}

1.0 Introducción.

Se describen las características del sector de riego en la República Dominicana y su ubicación dentro del marco global agrícola del país con la finalidad de hacer un primer intento de poner en perspectiva las posibilidades de desarrollo del riego tecnificado que tenga como meta el incremento de la producción y productividad agrícolas en base a optimizar la utilización del agua y sus relaciones con otros insumos de producción.

La hipótesis es que las características del país inhiben en cierta medida el desarrollo de la tecnología de riego, al menos, en las áreas que tradicionalmente se consideran de mayor potencial. La aparente abundancia de agua confunde los beneficios que se obtendrían de una mayor productividad por el uso más eficiente del agua, contrastados con aquellos --que no se consideran de importancia, aunque si se reconocería su obtención-- de utilizar los excedentes resultados del ahorro del agua.

El rápido incremento de la población, duplicada en los últimos treinta años a 5.5 millones, y la consiguiente mayor demanda por alimentos, han de exigir una mayor producción proveniente de las tierras en uso actual que de la ampliación de la frontera agrícola que cada vez se hace más difícil y costosa.

^{1/} Presentación al IV Seminario de Riego por Goteo realizado en Barquisimeto, Venezuela. Junio 21 al 27 de 1981.

^{2/} Profesor de Riegos del Instituto Superior Agropecuario (ISA), Santiago de los Caballeros, Especialista en Riegos del Departamento de Tierras y Aguas de la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA), Santo Domingo, y Especialista en Manejo y Conservación de Tierras y Aguas de la Oficina del IICA en Santo Domingo, respectivamente.

2.0 Algunas Condiciones que el País presenta que afectan su desarrollo.

2.1 Hidrología y Geomorfología.

Con una superficie de 48,000 Km², el 60 por ciento de su territorio tiene tierras de topografía accidentada, conformando cuencas de alto relieve y reducida extensión. En su mayoría estas cuencas originan ríos y corrientes de agua de corto recorrido antes de desembocar al mar o a los tres únicos ríos de relativamente largo recorrido y baja energía potencial cuyos valles de inundación representan el potencial agrícola más importante y fértil del país: Yuna, Yaque del Norte y Yaque del Sur.

Las condiciones de clima en estas cuencas varían en función de la elevación registrándose una disminución en las temperaturas —y menor demanda evaporativa del ambiente o evapotranspiración potencial— y una mayor cantidad total de lluvia a medida que se asciende en la cordillera. El gradiente del índice de humedad disponible^{1/} es correspondiente con el tipo y condición de la vegetación natural que se establece. Así, generalmente es cercano o mayor que la unidad para períodos largos de tiempo en las partes altas donde se establecen bosques y vegetación natural que cubren bien el suelo (2). Conforme la elevación es menor, el índice se acerca a cero, por períodos largos, aunque exceda a la Unidad por períodos cortos, disminuyendo correspondientemente la densidad y estabilidad de la vegetación natural. Esto ocurre en las zonas inter-montanas entre las cordilleras septentrional y central, y entre la cordillera central y la sierra del Bahoruco. El resto del territorio, desde el centro hacia el Este de la isla, es la porción húmeda del país, que por ser de fisiografía moderada no presenta variaciones climáticas tan pronunciadas.

^{1/} En este caso, calculando índice de humedad disponible al cociente de dividir para un período de tiempo determinado —un mes por ejemplo— las lluvias totales entre la evapotranspiración potencial.

Independiente de la posición o ubicación geográfica, las lluvias en la República Dominicana presenta gran agresividad. Es decir, aunque hay variación en los totales de lluvia --400 a 2500 mm anuales-- según la ubicación en el país y la posición orográfica y, según ello, diferentes condiciones de aridez o humedad del clima, en general, durante las épocas de lluvia, son frecuentes las lluvias que registran altas intensidades durante períodos relativamente cortos.

El territorio recibe lluvias que con frecuencia superan los 5 cm/hora de intensidad y, ocasionalmente, los 10 cm/hora durante períodos de lluvia continuos superiores a los 60 minutos (1). En las cuencas que se ubican en las cordilleras, por sus características de alto relieve y corto recorrido de las corrientes de agua, estas lluvias originan ríos de régimen irregular con predominancia de picos o avenidas en sus descargas. También con frecuencia y periodicidad las descargas de los ríos exceden la capacidad de los cauces originando inundaciones y daños a tierras de cultivo, caminos, estructuras para riego, y poblados. Resaltan las inundaciones que se produjeron en marzo de 1979 a lo largo de los ríos Yaque del Norte y Yuna y aquellas poco comunes producidas por los huracanes David y Federico en agosto y septiembre del mismo año en prácticamente todos los ríos y aún arroyos de la República Dominicana --cayeron en algunos sitios más de 800 mm de lluvia en menos de 15 días-- (3).

2.2 Uso de la Tierra.

De los 48,000 Km² de superficie, la República Dominicana tiene un 57% dedicada a fincas con usos agrícolas, forestales o pecuarios.

Aproximadamente 1.4 millones de hectáreas tienen pastos y ganadería y 1.2 millones de hectáreas son tierra de labranza, con un 50% de esta extensión para plantaciones como el café, cacao, frutales y plantas permanentes y el resto, o sea, alrededor de 600 mil hectáreas dedicadas a caña de azúcar, arroz, plátanos, habichuelas y "frutos menores" de ciclo corto. Sin considerar el azúcar y el arroz que juntos

abarcan más de 200,000 hectáreas, este último cultivado bajo riego en los valles más fértiles del país, se estima que gran proporción de los cultivos de ciclo corto se ubican en tierras que, por su posición, inclinación o problemas especiales, no son aptas para este tipo de cultivo y aún presentarían restricciones para cultivos permanentes (clase VII, según el sistema de clasificación por capacidad de uso de las tierras). (5).

3.0 El Subsector de Riego.^{1/}

La prioridad en el subsector de riego ha sido grande en la República Dominicana. Durante el período 1973 a 1977, el 10 por ciento del gasto total del Gobierno estuvo en la construcción de presas y de canales de riego. Esto es aproximadamente el 50 por ciento de lo gastado en el sector agropecuario. Los gastos en operación y conservación no aumentaron significativamente desde 1971.

La capacidad de almacenamiento de agua actualmente excede los 1,000 millones de metros cúbicos entre diversos reservorios. La capacidad de generación hidroeléctrica disponible es de 160,000 Kw --un 23 por ciento de la oferta actual--, y las tierras bajo riego alcanzan aproximadamente 150 mil Ha. Los proyectos de inversión en sus varias fases de gestión por montos superiores a los 300 millones de dólares elevarán al doble la capacidad de almacenamiento, en 100 mil Ha adicionales las tierras agrícolas bajo riego y hasta en 500 mil Kw la capacidad de generación de energía hidroeléctrica.

El área bajo riego que comprende un 14 por ciento del área con cultivos del país, tiene como principales cultivos el arroz (50 por ciento), pastos (15 por ciento), caña de azúcar y plátanos (10 por ciento cada uno), habichuelas (6 por ciento) y el resto repartido entre cultivos como tomate, sorgo, maíz, cebolla, yuca, tabaco y maní.

^{1/} Datos principales de las Divisiones de Operación y Riego y Drenaje del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

En el año 1978 se cosecharon 162,117 Ha bajo riego provenientes de 45,596 usuarios con un valor de la producción de 114,525 millones de pesos (valor promedio de RD 706 por Ha y 2,522 pesos por usuario). Esta situación, sin incluir la caña de azúcar --notar que se trata de superficie cosechada, en algunos casos dos cosechas al año de arroz y otros--, se desagrega en 81,664 Ha de arroz y 80,453 Ha de "frutos menores" --los otros cultivos sin incluir la caña de azúcar-- con el 66 por ciento del valor de la producción debida al cultivo del arroz. En relación con la producción agrícola total reportada (Boletín Banco Central de la República Dominicana de junio de 1980, p.208) a precios corrientes, de RD 391 millones, sin incluir cultivos industriales de exportación, para 1978, representa un 29 por ciento del valor total.

3.1 Manejo del Agua.

Las modalidades de distribución y cobro del agua por parte del organismo encargado sugieren que no existe aún la presión suficiente, por lo menos en las áreas de mayor tradición de riego, por parte de los productores por obtener mayores dotaciones y un suministro oportuno y suficiente.

El agua se distribuye a los productores por días y horas, sin riego nocturno ni medición del agua, salvo en algunos canales principales. La ausencia de mediciones hace imposible la determinación de las eficiencias de operación, conducción y uso del agua en los distritos, la que globalmente se presume que es inferior al 25 por ciento. La mayor parte de la infraestructura de riego en uso requiere rehabilitación.

El costo de los servicios de operación y mantenimiento de los sistemas de riego durante el año 1977 fué de RD\$15.00 Ha*. Sin embargo, las tarifas de agua que cobra el INDRHI por el servicio y que fueron establecidas en 1966, son RD\$2.5 por Ha por año por las primeras 10 Ha y RD\$5.50 de 10 Ha en adelante. Para arroz se cobra el doble. En 1977

*/ 1 US\$ = RD\$1.25 aproximadamente.

se puede cobrar el 80 por ciento de los recibos de agua y los ingresos fueron de RD\$0.81 millones, mientras que los gastos del INDRHI en operación y mantenimiento de los distritos fueron RD\$2.01 millones. En Puerto Rico, por ejemplo, donde el agua se cobra por volumen entregado, los productores resultan pagando entre 30 y 40 dólares por Ha/año. En República Dominicana se estima que para operar y conservar adecuadamente los sistemas de riego que se rehabiliten se requerirían tarifas del orden de RD\$30 a 40 Ha/año. Las consecuencias de tarifas bajas son: (a) Necesidad de subsidio del gobierno para cubrir los costos gravando otros sectores de la economía, (b) El mantenimiento de los sistemas de riego es deficiente debido a la escasez de recursos, (c) La eficiencia total de utilización del agua es baja con todos los daños subsecuentes que ello produce, por el pobre mantenimiento de los canales y estructuras y porque los productores la desperdician ya que cantidades adicionales de agua no les cuesta más.

En general, el riego en las fincas es por inundación, surcos o melgas dependiendo del tipo de cultivo. El arroz, que ocupa el 50 por ciento o más del área bajo riego, se riega por inundación. Se observa que el riego de los campos de cultivo se utiliza como una forma de abastecimiento de agua o de "mojar" los terrenos sin el criterio de que el agua es un insumo de producción al que las plantas responden según la cantidad que se aplique en interacción con otros factores. Así pues, la ausencia de medidores o aforadores para registrar el gasto se repite también a nivel de finca no pudiéndose establecer una relación entre las cantidades de agua utilizadas --excesivas generalmente-- y los niveles de producción obtenidos.

De 1976 a esta fecha se reportaron aproximadamente 4500 Ha bajo riego con equipo de aspersión en cultivos como: piña, cítricos, plátano, algodón, caña de azúcar y hortalizas en general para el abastecimiento a los principales supermercados de la ciudad.

El riego por goteo se encuentra a nivel de campos de prueba con 27 Ha, de las cuales 22 son en aguacate, dos en cítricos y 2.5 Ha en cacao. Los equipos son franceses e israelíes.

Tanto para el riego por aspersión como para el riego por goteo que se realiza no se mantiene registros sobre las cantidades de agua utilizadas ni se encontró disponible información sobre los criterios de diseño y dimensionamiento del equipo para las condiciones y cultivos en que se utilizan.

Como posibilidades de incremento en riego por goteo están 1000 Ha para el cultivo de aguacate en la zona de la sierra (San José de las Matas, vertiente norte de la cordillera central), y 312 Ha para el cultivo de papaya en la zona de Azua (suroeste del país).

4.0 Perspectivas.

4.1 Requerimientos de Riego para la Producción Agrícola.

En 1979 se publicó un análisis de la demanda climática por el agua existente en las diversas regiones del país (2). Los resultados de este trabajo proveen información para un doble propósito (1) la apreciación geográfica de las condiciones de cada región o zona del país en que los requerimientos de agua para la agricultura durante el año, pueden o no ser satisfechos por la precipitación esperada y, en consecuencia, la medida en que la agricultura de secano pueden tener éxitito para diferentes cultivos y niveles de tecnología (o el grado de necesidad del riego), y (2) la determinación de los requerimientos de agua para definir el diseño y la programación del riego en parcelas y

para cultivos específicos a fin de mejorar la eficiencia del uso del agua para una producción óptima así como, para mejorar la base de información agroclimática necesaria para el diseño de los sistemas de irrigación. Nos referimos en este documento a la apreciación geográfica de las posibilidades de riego que se expresa de manera resumida en el mapa de la Figura 2.

Al interpretar la información del mapa, es preciso considerar que ésta, más que reflejar un balance entre demanda y disponibilidad, refleja una frecuencia promedio en el año de meses consecutivos en que la relación lluvias confiables/demanda, MAI, es o no adecuada. En consecuencia, puede suceder que hayan zonas del país en que las cantidades totales de lluvia en un determinado mes o en todo el año sean drásticamente distintas implicando una mayor o menor condición de humedad o aridez de una zona con respecto a otra; sin embargo, en términos de la frecuencia de meses -u otro período relativamente corto de análisis-, las zonas pueden ser similares. Se enfatiza aquí la importancia de la frecuencia de períodos consecutivos en que el balance es adecuado principalmente para la producción de cultivos de ciclo corto o plantas que son sensibles a períodos críticos de disponibilidad de agua.

Indudablemente, una cobertura vegetal de tipo permanente con raíces profundas, establecidas sobre terrenos permeables retentivos y profundos puede satisfacer su demanda de agua con el efecto acumulativo de las lluvias de manera que su sensibilidad a la frecuencia indicada es inferior al de plantas de ciclo corto; inversamente, cuando se trata de terrenos relativamente impermeables o demasiado permeables -poco retentivos-, la información del mapa puede ser insuficiente y se haría necesario un período de análisis inferior a un mes, esencialmente con la misma metodología.

En la interpretación que sigue, contrastamos la información de la Figura 2 con aquella de la Figura 3 que nos indica la distribución de áreas bajo riego actual en la República Dominicana.

Trazando una línea que una Baní con Santiago observamos que los reales requerimientos de riego total o suplementario están en la porción occidental que es donde está la zona montañosa del país y los valles intermontanos áridos del Yaque del Norte, San Juan y Neiba, Azua y Baní. Estas son áreas de influencia en los reservorios de Taveras, Bao, Valdesia, Sabana Yegua y Sabaneta. Las zonas áridas así tienen agua, la que a juzgar por la baja eficiencia de utilización aparente, es más que suficiente para sus necesidades actuales. La misma zona montañosa de las cordilleras, donde se ubi can grna proporción de los cultivos alimenticios y pequeños agricul tores, en general no tienen agua otra que la de la lluvia que inci de directamente sobre sus terrenos. En estas zonas, por la topogra fía accidentada --60 por ciento del territorio-- la agricultura inten siva y la deforestación están generando serios problemas de erosión y un proceso que puede ser irreversible de desertificación. Allí hay posibilidades más inmediatas para el fomento de una agricultura de tipo permanente --bosques y frutales-- y de aplicación de tecno logía de riego localizado. De hecho el plan de 1000 Ha de riego por goteo indicado anteriormente es en ésta región. Faltaría la compa tibilización de estas posibilidades con el hecho que es en estas áreas donde se encuentran los agricultores más pobres y de menor nivel tec nológico.

En la porción oriental de la línea imaginaria que indicáramos, al norte están la mayor parte del arroz que se cultiva en el país --bajo riego-- sobre suelos profundos y arcillosos y al sur cerca a Baní, caña, plátanos y hortalizas en general. La porción sur-este, con caña y pastos tiene poco riego aunque éste se justifica por la naturaleza de los suelos superficiales, en general de baja retenti vidad para el agua --sobre roca porosa formada de corales marinos cálcareos--.

Tanto en esta región como en los suelos

arenosos de la porción occidental --Azua por ejemplo--, se podrá demostrar para cultivos de alta rentabilidad, la utilización de técnicas sofisticadas de riego que permitan no solamente el ahorro del agua sino el control más preciso de su abastecimiento a las raíces de las plantas para una mayor producción.

REFERENCIAS

- (1) SEIECA. 1978. Las Intensidades y la Capacidad Erosiva de las Lluvias en la República Dominicana. Convenio IICA-SEA-FEDA. Documento Técnico DT-50. 129 pp. San Cristóbal, República Dominicana.
- (2) REYNA, E. Y M. PAULET, 1979. Demanda de Agua para las Plantas Según el Clima en la República Dominicana. Estudio del Departamento de Recursos de Tierra y Agua de la SURENA, SEA y el IICA/R. Dominicana. Santo Domingo, R. D.
- (3) FEBRILLET, J.F. y J.R. ABINADER. 1979. David Federico y la Hidrología. Recursos Hidráulicos, Órgano del INDRHI. Número 4. Santo Domingo, República Dominicana.
- (4) INDRHI 1980. Estadística Agrícola Año 1979. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, Departamento de Distritos de Riego. Informe Estadístico No.7. Santo Domingo, R. D.
- (5) OEA 1967. Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales de la República Dominicana. Organización de los Estados Americanos. Washington, D. C.
- (6) Informes de las siguientes Casas Distribuidoras de Equipo de Riego, Gutierrez Hnos. C. x A., y Brache & Padovan, C. x A.

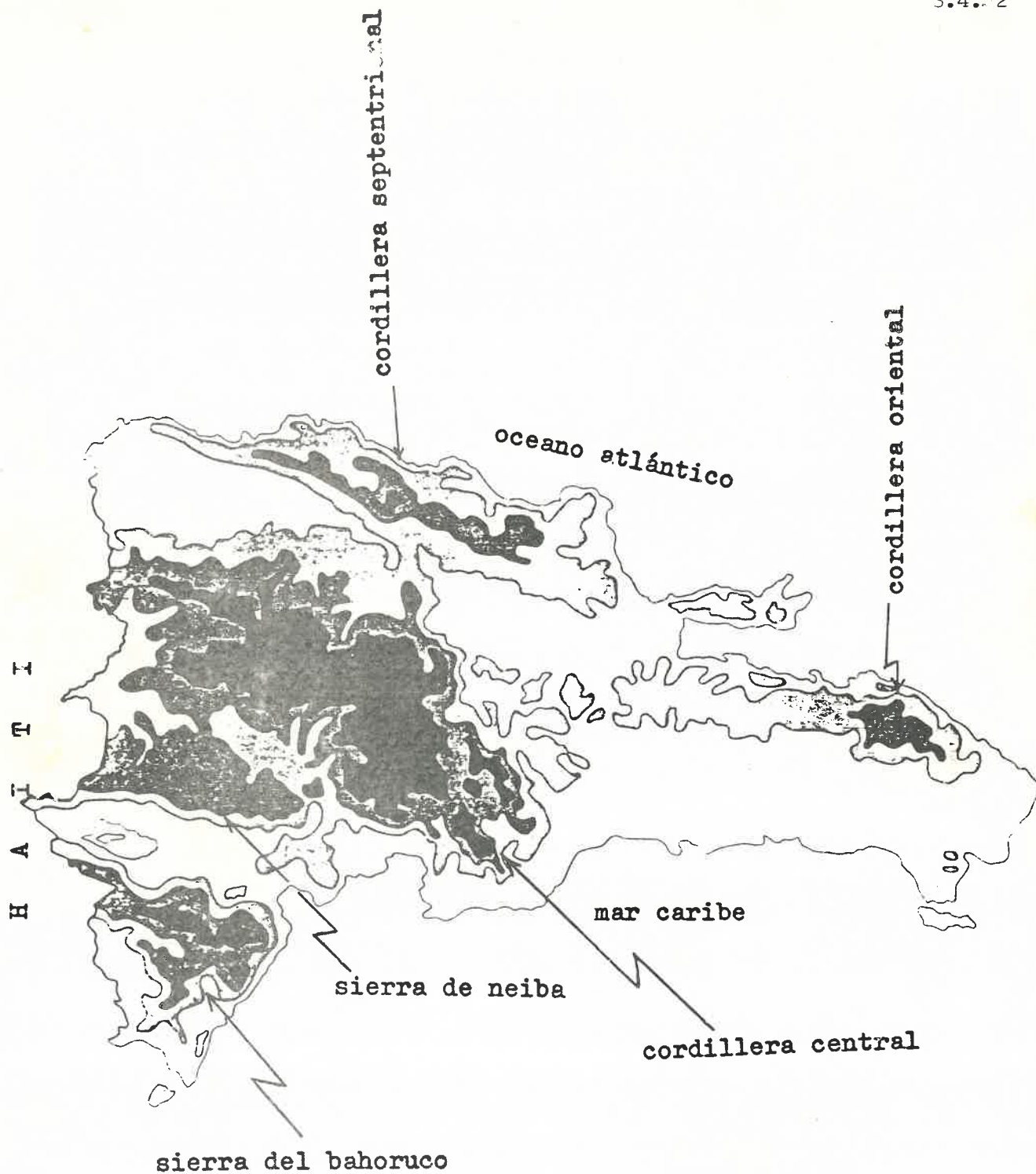


Figura 1. Regiones Geomórficas de la República Dominicana.
Explicación: Los tonos más oscuros corresponden a las zonas de mayor elevación, hasta 1,500 m sobre el nivel del mar en promedio. Fuente: Sistema de Inventario y Evaluación de los Recursos Agropecuarios, SIEDRA. Secretaría de Estado de Agricultura, Santo Domingo, R.D.

NECESIDADES DE RIEGO

- (1) May-Arido: Improbable durante todo el año.
 - (2) Arido: Improbable durante todo el año, aunque se pueden obtener cosechas limitadas bajo condiciones de secano.
 - (3) Semi-Arido: Alto riesgo en condiciones de secano para la aplicación de fertilizantes (especialmente semillas montadas, etc.). No se recomienda a no ser bajo riesgo.
 - (4) Humido-seco: Necesario durante todo el año, aunque el rendimiento de agua se puede obtener durante ciertos períodos de ciclo corto. Alto riesgo en la aplicación de fertilizantes si no hay riego.
 - (5) Semi-humido: El riego suplementario durante la época de cultivo es necesario para evitar la probabilidad de que el uso de fertilizantes sea excesivo y que se requiera 5 ó 6 veces más.
 - (6) Humido: El riesgo en la aplicación de fertilizantes es menor.
- El riego suplementario durante la época de cultivo sólo se justifica para obtener altos rendimientos con cosechas de alto costo si los análisis económicos así lo demuestran. No se justifica el riego suplementario durante la época de cultivo.

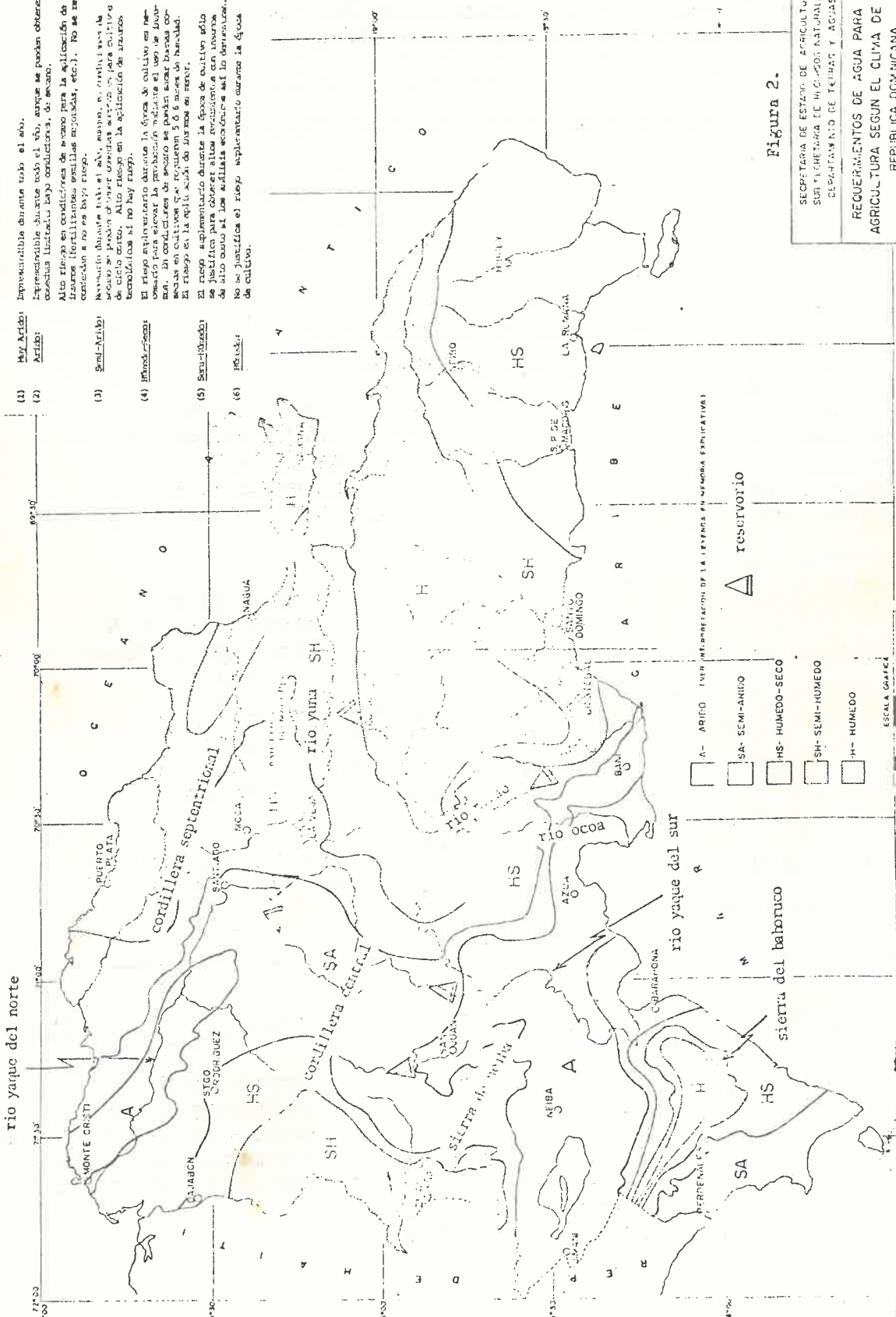


Figura 2.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA
 SURTIENDAS DE PRODUCTOS NATURALES
 DEPARTAMENTO DE TIERRAS Y AGUAS

REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA LA
 AGRICULTURA SEGUN EL CLIMA DE LA
 REPUBLICA DOMINICANA

ESTUDIO E INTERPRETACION
 ANALISIS E INTERPRETACION
 DIBUJO C. MERCEDES

FECHA: ENERO DE 1979

Escala Gráfica: 0 5 10 20 30 40 KM

Puerto: Reyna, E y M. Faulstich, 1979. Requerimientos de agua para la agricultura de la República Dominicana. Departamento de Tierras y Aguas, SEA. Santo Domingo, R.D.

(solamente areas bajo la administración del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI)

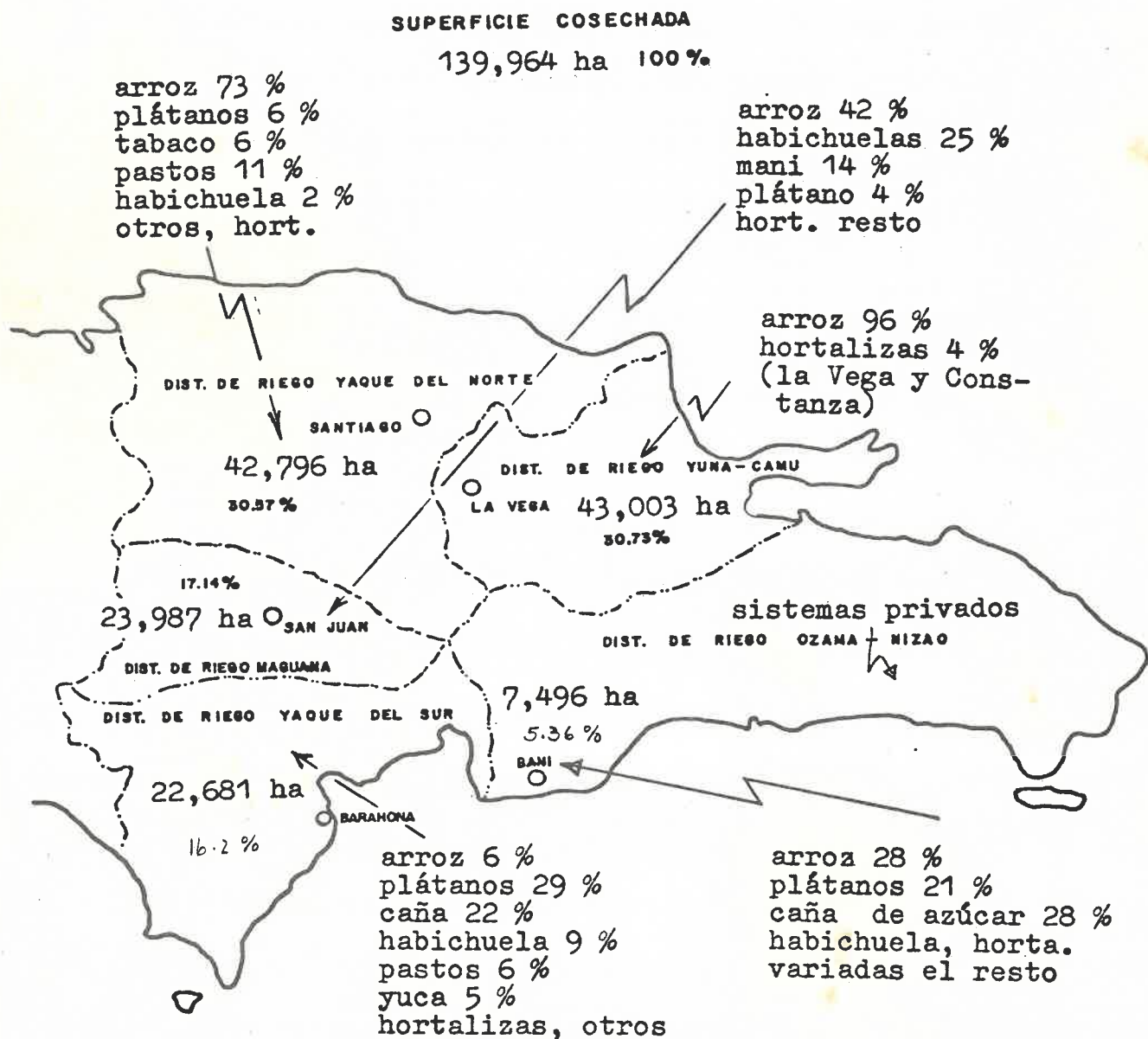


Figura 3. Distribución de áreas y cultivos principales en las áreas bajo riego de la República Dominicana Año agrícola 1978-79

AREAS POTENCIALMENTE REGABLES POR RIEGO POR GOTEO
DISTRITOS MARACAIBO Y MARA, ESTADO ZULIA

ELABORADO POR: Ing^o. Hugo Patiño.
Ing^o. Eligio Nucette

I N D I C E

1. INTRODUCCION.
2. AREA SELECCIONADA.
3. CARACTERISTICAS DEL AREA SELECCIONADA.
 - 3.1. CLIMA.
 - 3.1.1. Precipitación.
 - 3.1.2. Evaporación.
 - 3.1.3. Vientos.
 - 3.1.4. Temperatura.
 - 3.2. DEMANDA NETA DE RIEGO.
 - 3.3. VEGETACION.
 - 3.4. SUELO.
 - 3.5. CULTIVO.
 - 3.6. EFICIENCIA ACTUAL DEL AGUA EN EL USO AGRICOLA.
 - 3.7. DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA.
 - 3.8. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO AGUA.
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
5. PLANOS Y ANEXOS.

1. INTRODUCCION

La Cuenca del Lago de Maracaibo presenta una gama de tipos de suelos originados por diferencias de clima, topografía, vegetación, edad y tipo de material originario. En relación al clima, este puede encontrarse desde muy seco en el norte de la cuenca, hasta muy húmedo al sur. En nuestro caso, se describirá a la zona norte por presentar condiciones climáticas, en la cual se incluyen las áreas áridas y semiáridas con un potencial edáfico de cierta magnitud, y en consecuencia para la explotación agrícola de las mismas, es fundamental el riego con una alta eficiencia.

El presente trabajo, de carácter preliminar fue realizado por la División de Información e Investigación del Ambiente, a petición del Ing^a J. Pérez del Comité Organizador del IV Seminario Latinoamericano de Riego por Goteo a celebrarse en Barquisimeto, a fin de ser tomado en cuenta en la elaboración del trabajo "Potencialidades del Desarrollo Agrícola con Riego por Goteo o Localizado, en Venezuela" y en el mismo se recopila la información sobre algunos de los factores que determinan el área a ser regada y el método de riego a utilizar (riego por goteo). Entre estos podemos mencionar a: clima-suelo, disponibilidad y calidad del agua, tipo de cultivo, disponibilidad de mano de obra.

2. AREA SELECCIONADA.

De acuerdo al trabajo presentado por Alvillar y Carrasco en la 8va. Convención Nacional de Ingenieros Agrónomos de fecha 5 al 10.10.80 y corroborada por consultas personales con el Departamento de Riego de la Facultad de Agronomía de LUZ, el área escogida para el establecimiento de una agricultura intensiva bajo el sistema de riego seleccionado (riego por goteo), es los alrededores de Maracaibo y al este del Distrito Mara. Estas dos áreas ubicadas dentro de la zona norte de la cuenca del Lago (zonas áridas y semiáridas) presentan un gran potencial de suelo y que en la actualidad está siendo utilizado en una superficie de cierta importancia y con "una producción y productividad considerable". Estas dos áreas que ocupan una superficie de 92.000 has. están siendo utilizadas en un 2.1% (2.000 has) en frutales, sin contabilizar los cultivos anuales según datos obtenidos del trabajo Desarrollo de un Area con fines Agrícola en los Alrededores de Maracaibo; pudiendo ampliar sus fronteras a medida que el riego sea más eficiente en cuanto al recurso agua, que es el más limitante.

3. CARACTERISTICAS DEL AREA SELECCIONADA.

3.1. CLIMA.

3.1.1. La precipitación. Los datos obtenidos indican que éste sigue una curva de distribución bimodal, presentando dos picos que corresponden a los meses de mayo y octubre, siendo este último de mayor precipita

ción. Las áreas seleccionadas oscilan entre las isoyetas 500 mm. a 700 mm. (ver gráficos).

3.1.2. La Evaporación. El área está comprendida entre las isolineas de 2.900 mm y 3.100 mm anuales (ver gráfico).

3.1.3. Viento. La media anual es 12 K.P.H, siendo las mayores en el mes de marzo (16,7 K.P.H) y las menores en octubre (8.9 K.P.H) en dirección N.E. principalmente.

3.1.4. Temperatura. La media anual es de 27.9 °C; siendo agosto el de mayor con 28,8 °C y enero el de menor con 26.7 °C.

3.2. DEMANDA NETA DE RIEGO.

Las informaciones durante un lapso no menor de siete años de la evaporación y precipitación en ocho (8) estaciones de la parte noroccidental de la cuenca del Lago de Maracaibo, nos permitió la obtención de la demanda de riego para las áreas seleccionadas, estando comprendida entre los promedios anuales de 1.400 mm. a 1.900 mm., presentando déficit hídrico durante casi todo el año, de allí la gran importancia que tiene el agua para el desarrollo agrícola del área.

3.3. VEGETACION.

El área seleccionada se localiza de acuerdo al Estudio de las Zonas de Vida de Venezuela, en bosque muy seco tropical; situado a un nivel de humedad semiárido.

La vegetación natural de la zona ha sido muy intervenida por el hom

bre; sin embargo se encuentran representantes de la flora, tales como árboles leñosos: cují, dividive, vera, curarire, caimito, suspiro, penda, etc. y disperso entre éstos cactáceas columnares.

3.4. SUELO.

La zona presenta una gran uniformidad de los suelos, relieve y mate riales. En los suelos de los alrededores de Maracaibo se presenta un ho rizonte superficial, de textura arenosa, areno francosa, franco arenosa o franca, con baja capacidad de retención de humedad, sobre otras subya- cente, de textura más fina (franco arcillo arenoso, franco arcillosa o - arcillo arenoso). Son suelos moderadamente porosos, bien drenados, po- bres en nutrientes, siendo necesario la fertilización y su pH es variable entre ligeramente ácido y ligeramente alcalino.

La topografía es plana a ligeramente ondulada, con pendiente menor del 3%.

3.5. CULTIVO.

La Zona cuenta con los siguientes cultivos: vid, (*Vitis vinífera*); cítricas (*Citrus sp*); lechoza (*Carica papaya*); nispero (*Achras zapota.L*); ciruelo (*Spondias purpurea.L*); mango (*Mangifera indica.L*); hortalizas (cebolla, pimentón, tomate, melón, patilla, ají misterioso).

3.6. EFICIENCIA ACTUAL DEL AGUA EN EL USO AGRICOLA.

Esta resulta muy baja dado que la mayor parte del área con fines a-

grícolas son regadas por gravedad y en suelos sueltos, con grandes pérdidas de agua por infiltración, lo que indica que no se está haciendo un uso racional del agua.

3.7. DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA.

La zona se caracteriza por tener baja disponibilidad del recurso humano, debido a la gran competencia que ofrecen las zonas urbanas, constituyendo uno de los factores limitantes dentro del renglón agrícola de la zona seleccionada. Como consecuencia, requiere de una mayor tecnificación en sus labores, a fin de disminuir la utilización de la mano de obra.

3.8. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO AGUA.

Aún cuando este recurso no ha sido muy estudiado, la información que se suministra es basada en los registros de los pozos que se han inventariado en toda la cuenca del Lago. La fuente del recurso agua subterránea en Mara, se localiza al sur, con una disponibilidad buena y recarga muy baja; hasta el punto de crearse un gradiente hidráulico del Lago hacia el acuífero como consecuencia de una explotación irracional (0.8 m³/seg).

En Maracaibo norte la disponibilidad de agua es muy baja (280 lts/sg); presentando el acuífero un fuerte agotamiento con tendencia a salinizarse por influencia del Lago.

La calidad de agua para el riego desde el punto de vista químico es

es buena, para el sector de Mara y regular para Maracaibo, no así su calidad física, por la presencia del hierro, que al oxidarse precipita; tal es el caso del acuífero de Maracaibo, el cual su utilización se ha visto restringida últimamente con el sistema de riego por goteo, ya que dicha agua al estar en contacto con el aire atmosférico se suceden reacciones químicas pasando el óxido ferroso contenido en ella a óxido férrico, precipitándose y causando la obstrucción de los goteros. Esta situación ha traído como consecuencia la eliminación de este método de riego en unas 300 has de uva (aproximadamente) en los dos últimos años.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. El área seleccionada desde el punto de vista ecológico, presenta buenas condiciones para el sistema de riego por goteo.

4.2. El sistema de riego por goteo, fue introducido en la zona, hace aproximadamente cinco (5) años, llegando a cubrir más de 600 has en poco tiempo. A raíz del problema de la obstrucción de los goteros por la precipitación del hierro al oxidarse se ha disminuido el área en los dos últimos años (300 has).

4.3. Se requiere de una mayor investigación sobre la calidad del agua a utilizarse a fin de resolver el grave problema que actualmente se presenta en la zona (calidad física del agua).

5. PLANOS Y ANEXOS.

5.1. Promedios mensuales y anuales de evaporación. (Tabla).

- 5.2. Promedios mensuales y anuales de precipitación. (Tabla)
- 5.3. Demanda neta de riego. (Tabla).
- 5.4. Mapa con los sectores seleccionados Esc. 1:250.000.
- 5.5. Mapa con los sectores seleccionados Esc. 1:500.000.
- 5.6. Isolneas de evaporación - Zona noroccidental Esc. Aprox. 1:500.000.
- 5.7. Isoyetas promedios anuales - Zona noroccidental Esc. aprox.1:500.000 .
- 5.8. Isolneas de las demandas netas de riego. Zona noroccidental. Escala aprox. 1:500.000.
- 5.9. Potencialidad de los recursos naturales renovables en la cuenca del Lago de Maracaibo. M.A.R.N.R. Zona 5. (Informe Técnico).

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE EVAPORACION (m.m.)

ESTACION	PERIODO	M E S E S												T O T A L
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
EL CARBON	1963-1980	158.42	168.28	307.96	188.47	166.81	181.14	213.87	201.68	173.20	150.40	126.66	139.90	2.108.81
SICHIPEZ	1971-1980	273.32	282.10	328.20	310.36	303.60	319.3	347.74	332.13	283.86	251.4	244.8	257.0	3.516.0
TULE	1972-1980	199.83	209.74	242.30	222.46	194.26	204.28	238.44	257.02	183.46	185.04	168.08	180.36	2.459.76
LA CABANRA	1963-1980	148.95	158.74	190.04	163.43	147.23	151.58	179.11	175.17	150.26	144.39	132.20	133.99	1.974.69
CARRASQUEO	1962-1972	147.6	159.2	182.5	159.6	135.9	146.0	168.1	165.0	136.1	121.4	115.0	126.9	1.763.3
MC80. AUTOS LA VANEGA	1970-1980	247.54	250.77	275.09	265.88	251.23	248.68	270.03	291.04	221.67	214.01	217.69	235.20	3.004.91
VILLA DEL ROSARIO	1969-1980	209.27	218.48	249.96	220.50	195.33	191.81	206.09	199.57	173.05	171.49	155.47	178.58	2.347.14

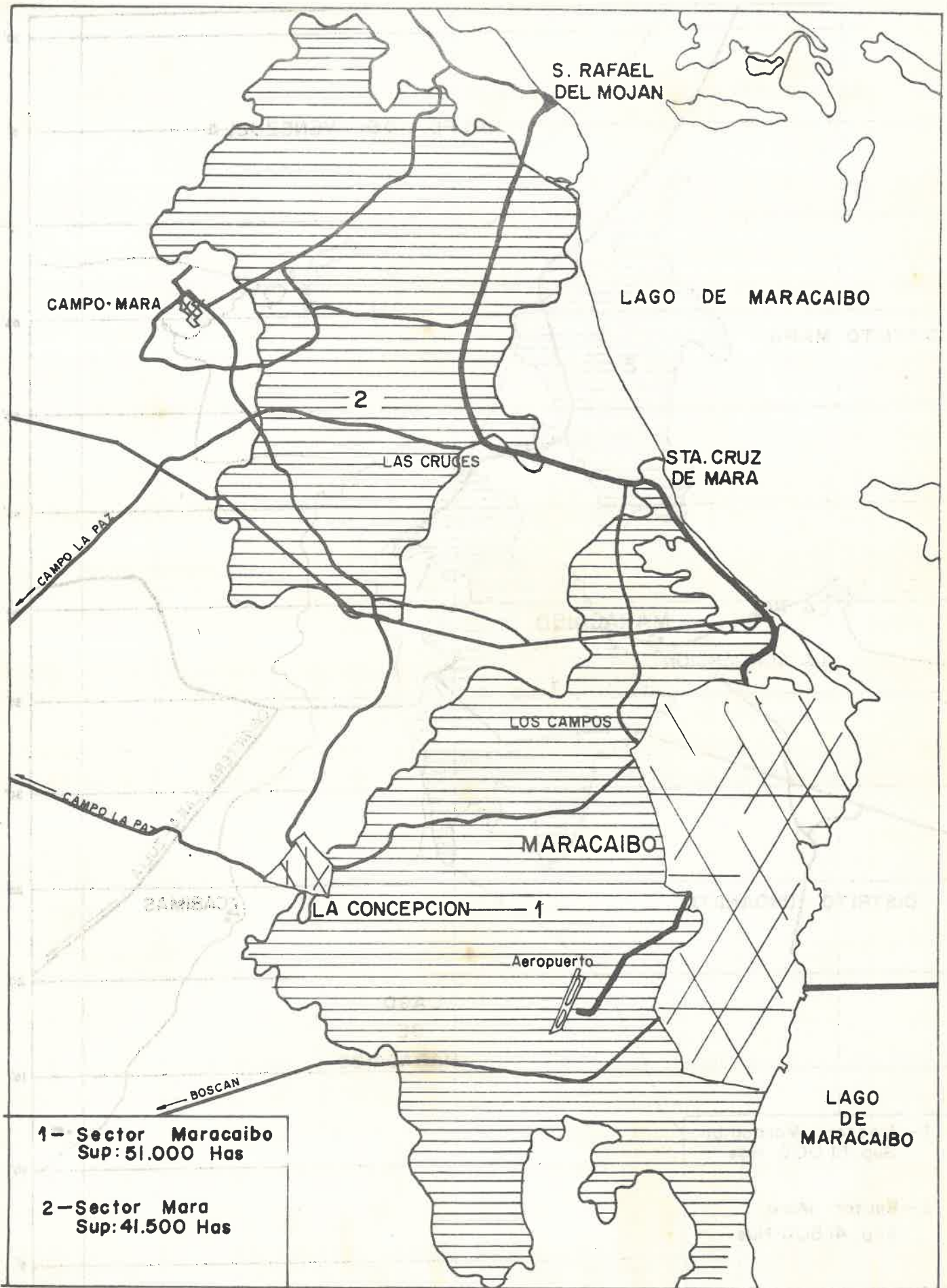
PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACION

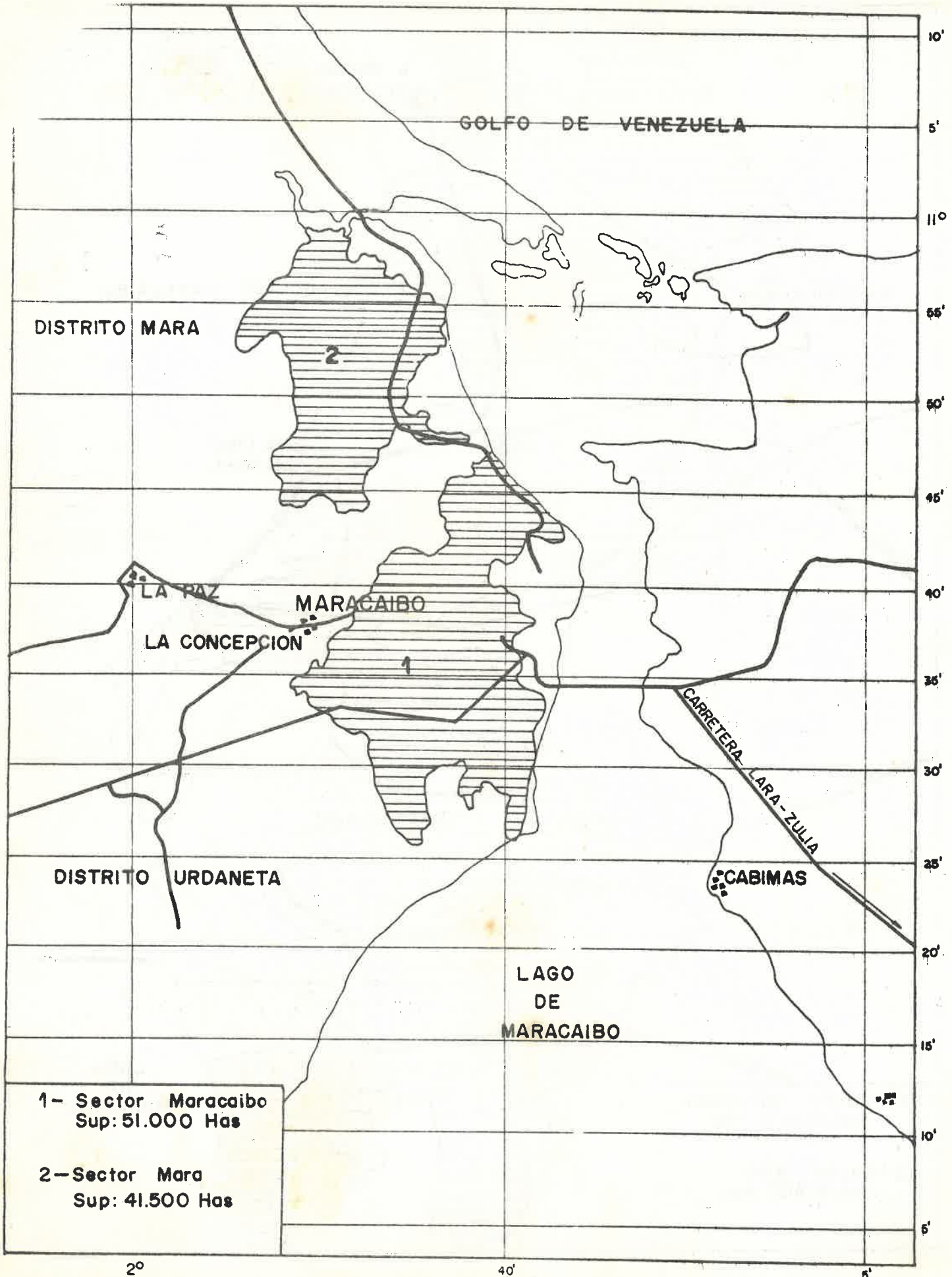
(m.m.)

ESTACION	PERIODO	M E S E S .												T O T A L
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
EL CARBON	1963 - 80	10.2	11.44	8.94	74.41	282.13	91.43	38.82	118.91	184.01	248.86	213.11	104.78	1.223.09
SICHIPEZ	1971 - 80	1.2	0.8	1.3	6.4	22.4	16.3	2.5	8.8	104.0	111.02	83.9	37.3	414.10
TULE	1972 - 80	0.79	1.45	4.20	49.63	83.88	89.57	19.67	66.48	143.39	269.53	81.61	44.42	804.97
LA CABAÑA	1963 - 80	17.50	14.60	17.35	100.94	157.60	140.08	73.67	139.50	169	229.41	217.61	125.70	1.477.15
CARRASQUERO	1962 - 75	20.78	1.60	3.90	36.20	64.00	68.60	23.50	79.10	126.80	214.50	183.20	65.60	887.90
MCBO. ALTO LA VANECA	1970 - 77	9.62	0.87	1.25	27.87	42.12	24.12	21.75	35.00	90.25	150.75	70.25	34.50	508.33
VILLA DEL ROSARIO.	1943 - 73	10	12	24	76	104	86	82	100	115	118	81	26	835

DEMANDA NETA DE RECO (m.m.)

ESTACION	PERIODO	M E S E S												T O T A L		
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC.			
EL CARBON	1963-1980	47	126	239	91	-0-	-0-	119	66	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	688
SICHIPEZ	1971-1980	217	225	262	243	225	242	276	259	144	112	129	176		2.510	
TULE	1972-1980	159	167	191	138	88	91	175	153	32	-0-	1	98		1.293	
LA CABANA	1963-1976	66	115	134	50	-0-	1	84	28	-0-	-0-	-0-	-0-		478	
CARRASQUEIRO	1962-1972	126.5	157.6	178.5	134.2	81.5	82.4	149.8	99.6	61.0	-0-	-0-	19.2		1.090.3	
MCBO. AUTOS LA VANEGA	1970-1977	187.9	208.7	225.7	197.5	152.9	178	208.7	180.8	94.6	42.0	101.5	153.9		1.932.2	
VILLA DEL ROSARIO	1943-1973	104	121	135	62	19	19	31	25	7	1	8	27		560	





DISTRITO MARA

GOLFO DE VENEZUELA

2

LA PAZ

MARACAIBO

LA CONCEPCION

1

CARRETERA LARA-ZULIA

CABIMAS

DISTRITO URDANETA

LAGO DE MARACAIBO

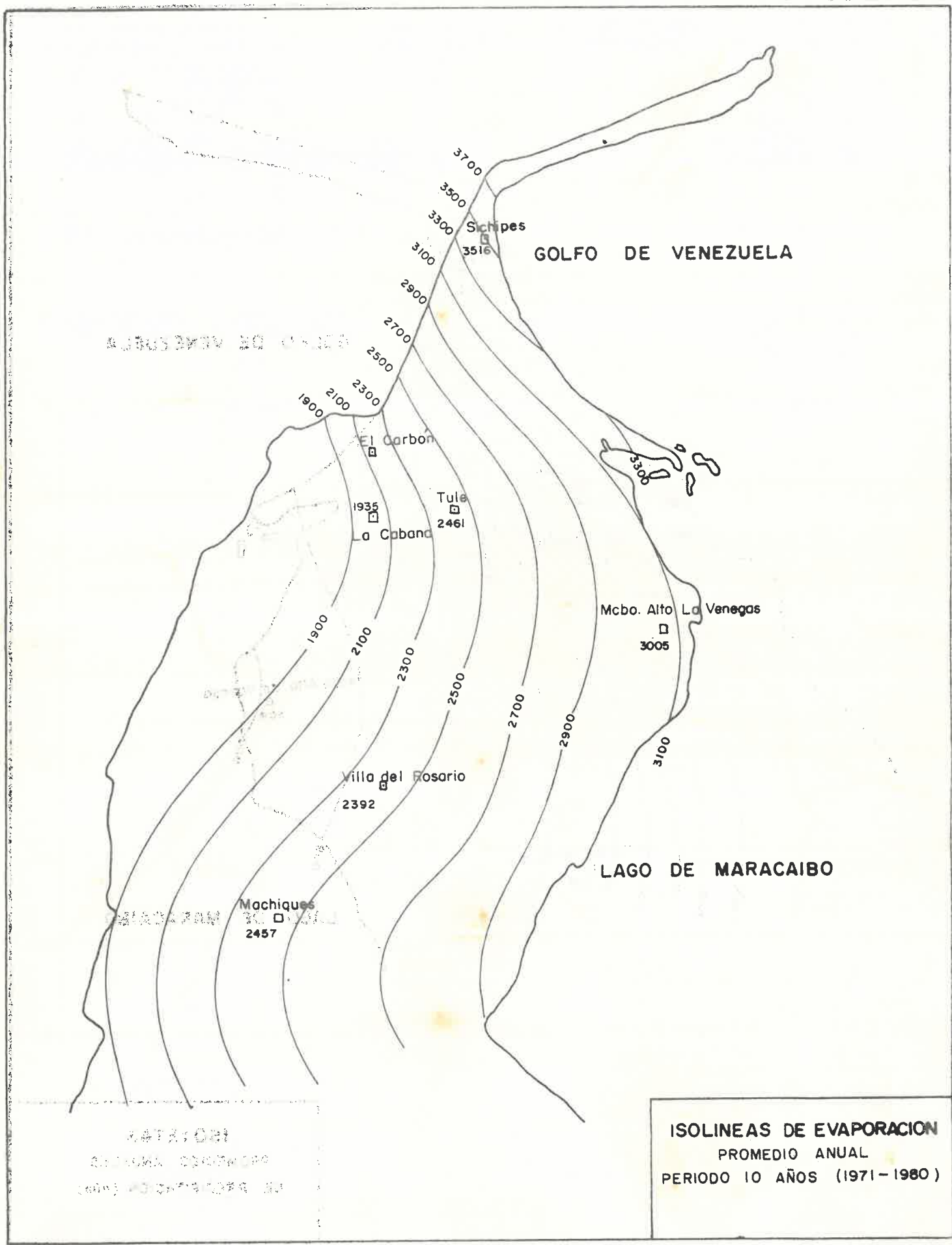
1- Sector Maracaibo
Sup: 51.000 Has

2- Sector Mara
Sup: 41.500 Has

2°

40'

5'

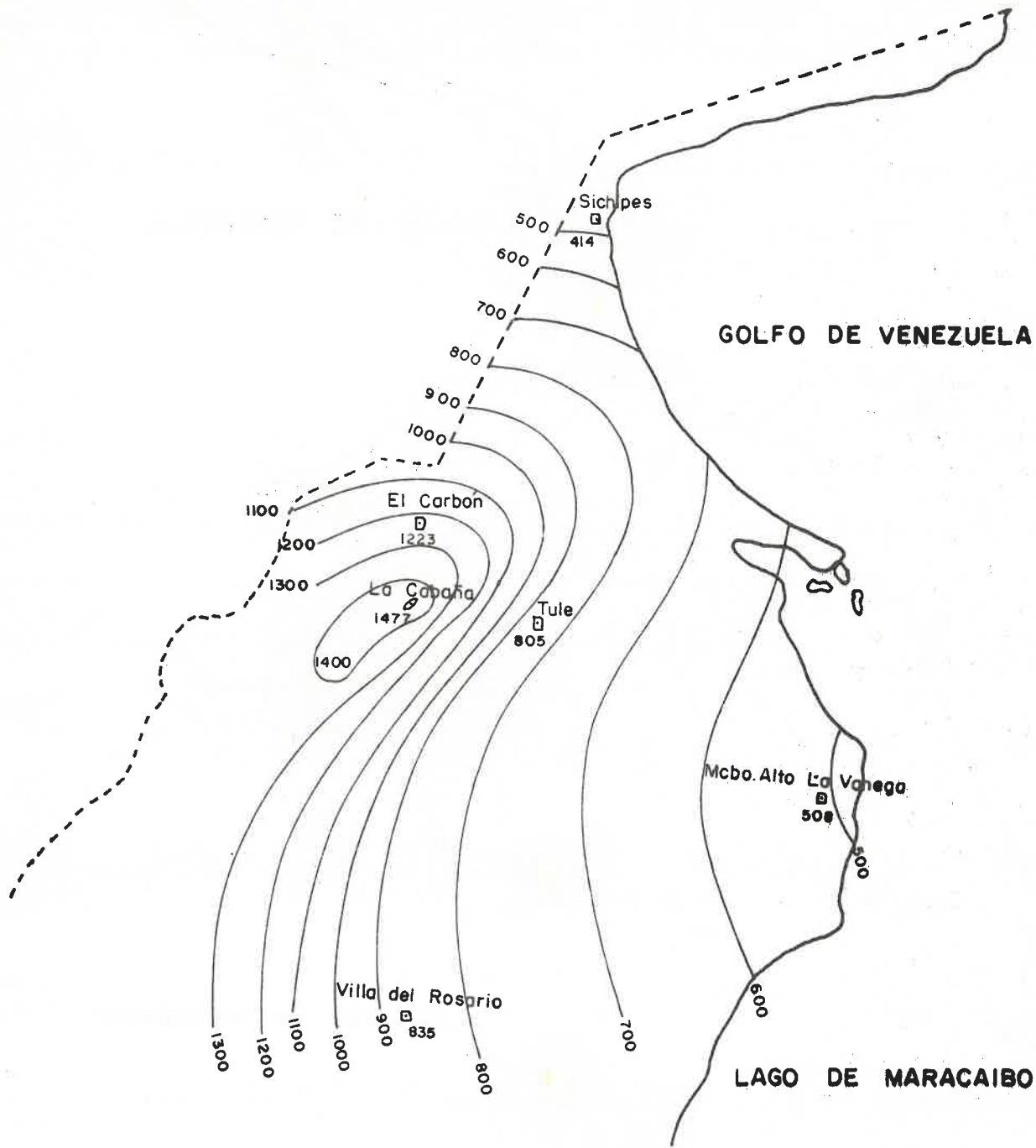


GOLFO DE VENEZUELA

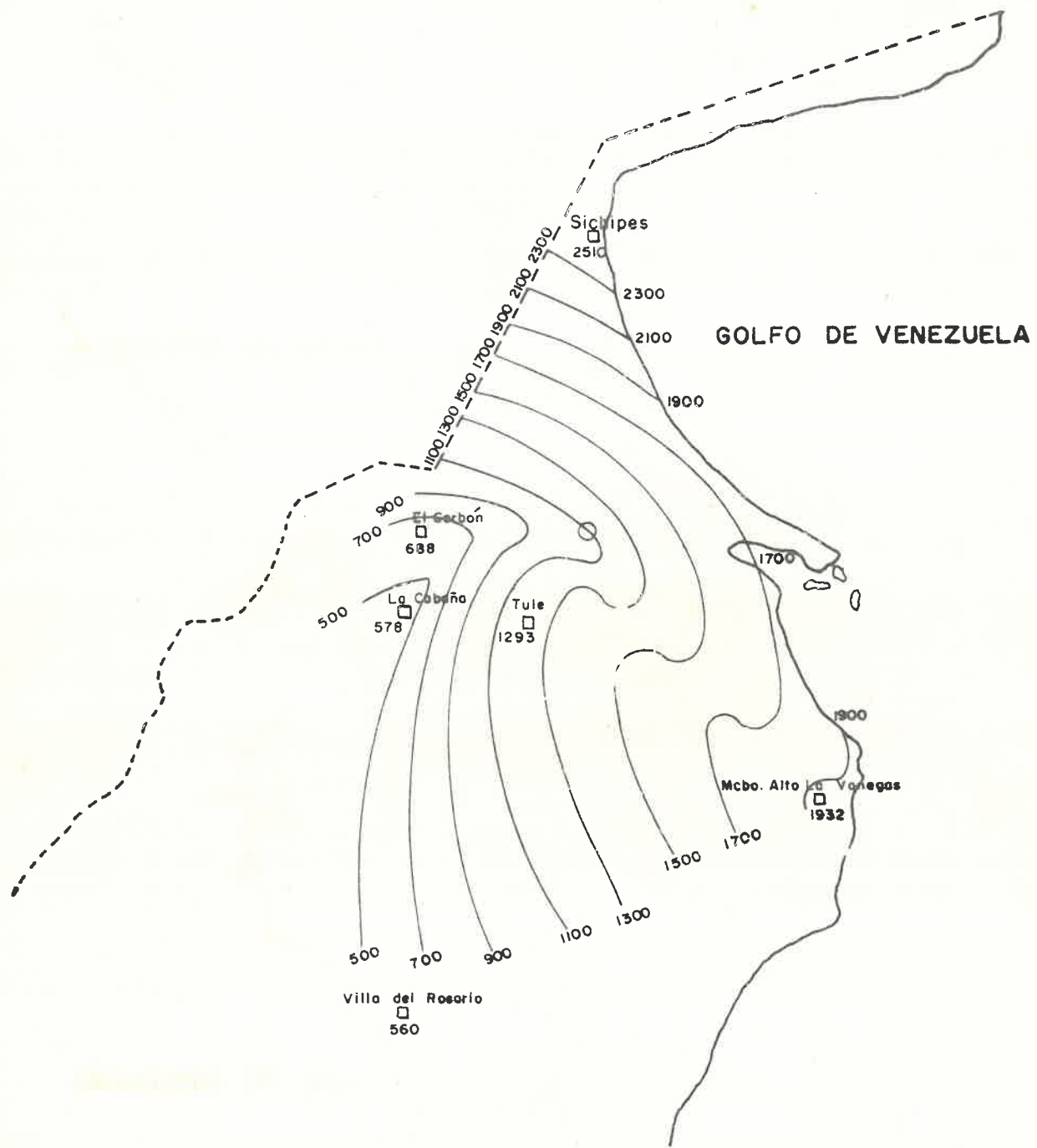
GOLFO DE VENEZUELA

LAGO DE MARACAIBO

LAGO DE MARACAIBO



ISOYETAS
PROMEDIOS ANUALES
DE PRECIPITACION (mm)



**ISOLINEAS DE LA DEMANDA
NETA DE RIEGO
PROMEDIOS ANUALES**

CONTINUACION DEL DOCUMENTO

"RIEGO Y DRENAJE EN LA REPUBLICA DE PANAMA"

CON CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA SER REMITIDO

AL IV SEMINARIO DE RIEGO POR GOTEO DEL 22 AL 27 DE
JUNIO DE 1981. EN VENEZUELA.

POR: Ing. José del C Echevers

4- RIEGO POR GOTEO

Sin embargo, aún cuando en el país no se cuenta con ninguna experiencia en esta técnica de riego, se vislumbra que en un futuro no muy lejano se tendrán que aplicar técnicas de riego que maximicen el aprovechamiento del agua por las plantas y minimicen las pérdidas por conducción, distribución y aplicación del agua de riego.

Esta situación futura desde ya toma forma concreta si se tiene en cuenta que en Panamá, aún con clima tropical húmedo, se tiene localizada una zona denominada "Arco Seco" que comprende en parte a las Provincias de Panamá Oeste, Coclé, Herrera y Los Santos, cuyas cuencas que se ubican en dichas regiones drenan a la Bahía de Parita en el Pacífico. En el Arco Seco se presentan marcadamente 6 a 7 meses de lluvia que concentran el 85% de la precipitación anual, contra un 15% de los meses restantes, y si nos referimos exclusivamente a la región de Azuero (Herrera y Los Santos) la situación se agudiza más debido a que allí se presentan 6 meses lluviosos que concentran alrededor del 90% de la precipitación anual contra 6 meses que solo llegan a concentrar un 10%.

La zona del Arco Seco tiene una gran importancia agrícola hortícola en la República, donde solo las provincias de Coclé, Herrera y Los Santos producen aproximadamente el 85% del tomate del país (343,173 quintales, según Censo Agropecuario 1971), el 53% de la cebolla y el 15% de otras hortalizas (repollo, lechuga, pimientos, zanahoria, etc). Por otro lado desde hace 15 años, por iniciativa privada, se están haciendo grandes esfuerzos para la introducción de uva de mesa en la Provincia de Herrera, cultivo frutal permanente no tradicional en el país que tiene una gran demanda por el consumidor local y que actualmente es un producto importado; en la zona de Parita, en Herrera, se tienen 50 ha, sembradas

con uva de mesa, de las cuales 6 ha. ya están produciendo comercialmente.

En el Arco Seco de Panamá, especialmente la Región de Azuero, presenta en la época de poca precipitación muy pocos cursos de agua superficial aptos para satisfacer demandas de agua para riego, por lo que existe una gran cantidad de pozos tubulares (300 pies de profundidad media) para el empleo del agua del subsuelo con fines agrícolas, sin embargo el rendimiento de estos pozos es pequeño (menos de 100 GPM en la mayoría de los casos) por lo que se emplean en parcelas no mayores de 5 ha y para cultivos de poca demanda de agua y muy rentables, como es el caso de las hortalizas de verano. La poca cantidad del recurso agua, en este caso, y la rentabilidad de los productos agrícolas que se cultivan, fundamentan las bases para que los productores de esta región adopten, con una debida asistencia técnica, métodos de riego que tiendan al óptimo empleo del agua, eliminando al máximo las pérdidas y abaratando los costos del manejo del agua de riego. Bajo una buena investigación y acumulando más experiencia en riego por parte de los productores, el mejor método de riego a emplear en esta región (Azuero) podría ser el riego por goteo para las hortalizas y para frutales tales como la uva de mesa que está en proceso de introducción.

5- RIEGO LOCALIZADO

Por otro lado, dado que en el país no se cuenta todavía con una política de riego a mediano y largo plazo, se planea, a corto plazo, como acción inmediata la introducción del riego a nivel de pequeñas y medianas propiedades o fincas, de modo que cada finca sea un pequeño sistema de riego independiente con el que el productor agrícola, dueño del predio, pueda realizar su explotación con una producción de mayores rendimientos, comparados con los actuales, y con la posi-

bilidad de tener dos cosechas por año y sobretodo con una producción asegurada con el riego y no condicionada a las irregularidades de la lluvia.

Por esta razón se está negociando con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) un préstamo por un monto aproximado de unos 15 millones de dólares (costo que incluye escalamientos e imprevistos) para el Proyecto Pequeñas Obras de Riego, que el MIDA formuló a través de un estudio de factibilidad y que sometió al BID con una solicitud de financiamiento. Se espera que este proyecto empiece a ejecutarse a partir de enero de 1982.

Con el Proyecto de Pequeñas Obras de Riego, el país incursionará relativamente en gran escala en lo que a micro-irrigaciones se refiere, ya que en esta etapa se piensa, a lo largo de cuatro años, cubrir alrededor de 4,000 ha con fincas individuales que van desde las 5 ha hasta más de 100 ha.

Es conveniente entonces, para el país y específicamente para el MIDA tomar contacto con los países e instituciones internacionales que ya tienen experiencia en el riego localizado o las micro-irrigaciones, para comprender en esencia que problemas podrían surgir en el desarrollo de las pequeñas irrigaciones que se piensan poner en marcha a través del proyecto Pequeñas Obras de Riego, y sobretodo qué medidas se deben tomar o qué elementos se deben ajustar, ahora, al inicio de las acciones de este programa.

6- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Aún cuando el promedio de la precipitación anual del país pone en tela de juicio, la necesidad en Panamá es necesario desarrollar el riego para mantener una producción agrícola sostenida y abrir la posibilidad de dos cosechas por año maximizando el uso de las tierras.

- Tecnológicamente el riego en el país está en una etapa inicial y es necesario que a nivel estatal se realicen investigaciones al respecto, que lo definan en su mejor aprovechamiento, así como a nivel del productor se vaya logrando una conciencia clara del beneficio de la agricultura de riego.
- El riego por goteo es un método de aplicación actualmente desconocido en el país, pero en un tiempo prudencialmente corto su introducción y aplicación sería lo más apropiado en regiones como Azuero (Herrera y Los Santos) donde escasea el recurso agua y se producen cultivos de alta demanda y rentabilidad; por esta razón es oportuno que el MIDA a través de sus instituciones que tienen que ver con el desarrollo del riego, analicen el sistema de riego por goteo y lo incorporen como una de las modalidades a aplicar a corto y mediano plazo.
- Las micro-irrigaciones en corto tiempo serán un componente importante del desarrollo del riego en Panamá, por lo que es necesario apoyarse en la experiencia que tenga al respecto las instituciones internacionales y los países vecinos que practiquen esta modalidad de riego.

IV SEMINARIO LATINOAMERICANO DE RIEGO POR GOTEO - BARQUISIMETO - VENEZUELA

EL RIEGO POR GOTEO EN ARGENTINA

Ing.Agr. Jorge L. Chambouleyron (*)

1. INTRODUCCION

Las áreas bajo riego en la Argentina (1.100.000 has) se encuentran en continua expansión, año tras año se van incorporando nuevas zonas al cultivo aprovechando los recursos hídricos disponibles, Esto trae como consecuencia que día a día el recurso sea más escaso y sobre el pese una mayor demanda. Al uso agrícola se le han sumado actualmente otros, tales como el uso industrial y doméstico, lo que determina que en algunos sectores del país la demanda por agua sea ya a esta altura conflictiva.

Si a estos usos se les suma los necesarios para fines energéticos se observa que la presión sobre el recurso agua está llegando a niveles nunca observados.

La demanda por agua superficial y su imposibilidad de satisfacción ha determinado un uso abusivo del agua subterránea la que con los nuevos métodos de perforación y con modernos equipos de bombeo, extraen del acuífero caudales enormes. Estos deprimen los niveles haciendo mayores los costos de bombeo. Actualmente en Mendoza, provincia del oeste argentino, que tiene el 45% del área regada nacional, hay 18.000 perforaciones con fines de riego que extraen un caudal de agua tan elevado que actualmente determina el sexto río regional.

Pese a que la región tiene un gran caudal a su disposición y que las tierras de regadío son planas, las áreas regadas de Argentina tienen como común denominador la baja eficiencia zonal del uso del recurso hídrico. Los valores más elevados que se han detectado están dentro del 40 al 47%, configurando un panorama de desperdicio del agua de riego.

Son enormes los esfuerzos que se han realizado en los últimos años para incrementar la eficiencia de uso zonal EUZ y aumentar el área cultivada, para ello se han construido grandes diques de embalse, enormes canalizaciones, pero aún se sigue desperdiciando el agua usada para riego.

(*) JEFE AREA RIEGO Y DRENAJE - INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS
CENTRO REGIONAL ANDINO. MENDOZA-ARGENTINA

La situación es menos angustiosa cuando se usa el agua subterránea a nivel de predio para el riego. Se ha difundido hace ya muchos años el uso de la tubería de hormigón como elemento de conducción, lo que determina un gran ahorro de pérdidas. Si se considera que no hay pérdidas por conducción externa la eficiencia de uso del recurso es más elevada que para el agua superficial, se han evaluado valores de eficiencia de uso en finca que están en promedio entre el 57 al 60%.

En este marco del uso del recurso hídrico hizo su irrupción el riego por goteo. En un primer momento fueron varias las firmas locales que se organizaron para la construcción y posterior venta de equipos pensando que el método era sólo una substitución del surco o de la melga de riego por un tubo. Más tarde esta filosofía se ha cambiado y se ha entendido que además el goteo necesita una aptitud o mentalidad diferente en el trabajo de la tierra.

2. EVOLUCION DE LA APLICACION DEL RIEGO POR GOTEO EN ARGENTINA

Es probable que para el año 1975 hubiera en la Argentina más de 300 has regadas por goteo. Luego de la explosión inicial ha habido una involución o retroceso del área regada.

Las causas que generaron el abandono del método han sido varias. Se pueden anotar las siguientes:

- a) Los equipos fabricados localmente de baja presión no cumplieron totalmente con las expectativas del método. Se esperó más de ellos que lo que realmente generaron.
- b) No había experiencia en ese momento sobre equipos extranjeros.
- c) Las firmas que importaron equipos no se adaptaron a las reales necesidades de los cultivos del país y a los requerimientos zonales.
- d) Se estableció una competencia entre métodos de escurrimiento superficial versus goteo. Cuando cada método tiene una franja de cultivo y suelos en donde es uno tan eficiente como el otro.
- e) No se respetó a la gran experiencia que tiene el regante en el manejo del agua superficial en donde por la suma de un caudal de manejo elevado, una corta longitud de riego, un suelo de textura media y una pendiente nula en el sentido del riego, el agricultor logra eficiencias de aplicación muy elevadas que muchas veces no se obtienen con métodos de riego más sofisticados.

- f) No se insistió en que lo más importante de este método, además del ahorro del agua, es la posibilidad de una automatización del riego, herramienta muy alejada aún en nuestro país en los otros métodos de riego usados.
- g) Se insistió en la aplicación del riego por goteo en áreas planas de buenos suelos con cultivos sistematizados para ser regados por métodos superficiales. Además se insistió en lugares en donde el agua es abundante todavía y se usan por tradición grandes caudales instantáneos. Este esfuerzo hubiera tenido mucho más éxito si se hubiera propuesto en áreas de sierra, con suelos pobres y un caudal limitante en cantidad y calidad.

Todos estos aspectos señalados sumados a un período de baja rentabilidad de la agricultura bajo riego han determinado una reducción del área regada por goteo.

Los cultivos que aún continúan con este método están dispersos en el oeste nacional y son variados. Se señalan cultivos de viñedos en espalderos y parral en Mendoza, olivos en la provincia de La Rioja, frutales en Cafayate, Salta; manzanos en Río Negro y además los equipos experimentales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Luján de Cuyo, manejados por el Ing. Oriolani que riegan viñedos y frutales.

3. RELACION ENTRE LOS RENDIMIENTOS LOGRADOS POR GOTEO Y LOS OBTENIDOS POR RIEGO TRADICIONAL

Como se dijo anteriormente el cultivo regado por goteo con mayor número de años de observación y evaluación ha sido la vid.

En este cultivo se han probado los equipos de distintas firmas locales o importados, en parrales y espalderos, variando la concentración de emisores desde 2000 a 4500 por ha.

Debido a los excelentes rendimientos que se logran en la región vitícola argentina (los más elevados del mundo) no ha habido una diferencia significativa aplicando goteo.

Con la sistematización tradicional de riego sin pendiente, surcos de no más de 100 metros de longitud y elevados caudales instantáneos se han registrado rendimientos de 70 toneladas métricas de uva por hectárea aplicando 1060 mm de lámina en un período agrícola completo de octubre a abril.

Estos rendimientos no se han logrado por goteo, sí se han obtenido los rendimientos normales que han igualado a los logrados por la sistematización tradicional.

No obstante ello a través de las experiencias recogidas durante estos últimos años se pueden anotar los siguientes beneficios.

Se han logrado los rendimientos normales obtenidos por escurrimiento superficial cuando a la aplicación de agua se le suma la aplicación de fertilizantes, sulfato de amonio disuelto en el agua y superfosfato en el suelo por aplicación directa. Los rendimientos se lograron con una reducción del volumen de agua consumido.

Se logró una mayor precocidad en plantaciones jóvenes, esa precocidad se ha notado no sólo en crecimiento sino también en productividad (entra más pronto en producción).

Se genera un microclima más seco lo que reduce notablemente la proliferación de enfermedades criptogámicas. Se disminuye notablemente la proliferación de malezas.

Otra ventaja que se ha señalado para viñedos es que la producción se mantiene estable durante todo el tiempo no produciéndose bajas periódicas. Además se reduce notablemente la necesidad de maquinarias agrícolas, generalmente es necesario un tractor cada 25 a 30 has, mientras que con goteo se usa uno cada 50 has.

Se ha tomado como norma aquí, justificar la aplicación del goteo frente a inversiones de otro tipo si la producción del viñedo se puede incrementar en más del 30%, caso contrario no es conveniente esta inversión.

Según la experiencia local la mejor distancia de plantación en viñedos sería 3,50 mts. entre hileras por 1,25 mts. entre plantas, de esa manera se lograría un mayor beneficio económico por producción y reducción de líneas y goteros (29 hileras y 167 goteros por hilera, lo que daría 4843 goteros por ha).

Las líneas instaladas para viñedos tienen un emisor cada 60 cm. para formar una franja húmeda erogando un caudal de 2 l/h. La experiencia indicaría que sería conveniente aumentar la distancia entre emisores por lo menos a 1 metro y aumentar el caudal a 4 l/h para reducir el costo de implantación, mejorando los beneficios económicos.

4. COSTOS DEL EQUIPO

Los costos que se observan en nuestro país son muy variados y dependen que el equipo sea nacional o importado. Los equipos nacionales son de baja presión y además tienen como característica que sus líneas primarias pueden ser tubos de hormigón para conducción de un caudal de hasta 70 l/h, o puede ser enteramente de plástico. Debido a esta característica los primeros no superan los 0,1 a 0,3 atmósferas. Los emisores son de flujo y carga variable de un caudal que va entre 1 a 4 l/h.

El costo por hectárea para estos equipos nacionales es de 6000 U\$S/ha sin equipos de bombeo y sin automatización para una superficie de 10 has y un mínimo de 40 líneas y aproximadamente 3500 emisores/ha.

Los equipos importados que se ofrecen son de origen israelí, sudafricano o norteamericanos.

Los de origen europeo son de mediana presión, modernos, con posibilidades de automatización total. El costo por hectárea está en aproximadamente 4500 U\$S para una superficie de 10 has.; 40 líneas y aproximadamente 4000 goteros por hectárea. Este precio no incluye el equipo de bombeo.

Los equipos de origen norteamericano son de alta presión y totalmente automatizados, el costo de los mismos es de 3500 U\$S/ha, para 40 líneas y 4000 emisores/ha. Este precio tampoco incluye el equipo de bombeo.

Todos ellos incluyen en su costo un año de servicio gratuito y gastos comerciales de importación y flete.

Con respecto a los gastos de mantenimiento se resume la experiencia local en lo siguiente: para los equipos no automatizados es necesario un obrero por día cada 10 has para la vigilancia y puesta en marcha del equipo, lo que indica un costo de 40 U\$S/ha/mes. Para los equipos automatizados este costo se reduce pues es necesaria una persona cada 50 has, lo que da un costo por hectárea de 8 U\$S/Mes.

Como la experiencia y la longevidad de los equipos instalados en Argentina no es muy larga no se tienen datos de costos de conservación de los mismos. Hasta el momento la conservación en equipos de más de 9 años ha sido mínima.

Al costo de instalación dado anteriormente hay que sumarle el del equipo de bombeo, el que localmente puede significar un incremento de 80 a 100 U\$S por hectárea. Esto incrementa el costo del equipo en 6100 U\$S/ha para el nacional; a 4100 U\$S para los equipos de origen europeo y a 3500 U\$S para los equipos americanos, aproximadamente.

5. PROBLEMAS QUE AFECTAN LA ADOPCION DEL EQUIPO

En diversas oportunidades se ha discutido cuál ha sido la razón por la cual no se han difundido localmente otros métodos de riego modernos pese a la intensa utilización del recurso hídrico y frente a reales problemas de escasez.

Varios han sido los factores que han producido esta situación, éstos además se pueden hacer extensivos a todos los métodos de riego, no sólo al goteo.

En primer lugar se puede señalar que los que han querido promocionar el goteo lo han hecho en lugares en donde el escurrimiento superficial dio excelentes resultados y grandes beneficios económicos, es difícil cambiar algo que funciona y da resultados económicos por otro que no se sabe como funcionará.

En segundo lugar las áreas promocionadas para aplicar este método y los cultivos así como su infraestructura se prestan ampliamente al escurrimiento superficial y no a métodos que necesitan energía. En las zonas que se usa agua subterránea las perforaciones producen abundante arena, lo que ha dificultado notablemente el funcionamiento de emisores por taponamiento.

La proliferación de equipos locales sin un buen apoyo técnico de diseño y asesoramiento ha sido también un factor limitante. La puesta en el mercado de emisores que no habían pasado un intenso examen técnico ni pruebas de funcionamiento a campo, disminuyeron la credibilidad en el sistema.

La calidad de los tubos es de fundamental importancia y los fabricados localmente han tenido problemas.

En pruebas de evaluación a campo se midió la eficiencia de distribución del agua en equipos en funcionamiento y los valores obtenidos fueron más bajos que los que se logran para escurrimiento superficial.

En los ensayos llevados a cabo para medir producción los rendimientos obtenidos no fueron superiores que los logrados por riego tradicional. Lo más importante de todo esto es que el agricultor está decidido a implementar un nuevo sistema si éste no le incrementa el trabajo, no lo llena de complicaciones y su costo es accesible. Por esto se supone que el riego por goteo además de tener bajos costos debe de implementarse automatizado de manera tal de disminuir al máximo la dedicación y atención del regante al equipo. Esta es la verdadera y más importante ventaja que ha introducido este método. En tanto y cuanto esto se concrete será inmediata su aplicación.

Además es importante señalar que en Argentina hay más de 200.000 has de tierras potencialmente regables que se ubican en laderas de montaña, con suelos superficiales, con bajos caudales instantáneos y que esperan el goteo para desarrollarse. Lamentablemente estos lugares no han sido descubiertos por los promotores de estos métodos y considero son los más aptos para un rápido desarrollo de esta tecnología.

Actualmente, se le teme a todos aquellos métodos que usan energía para el riego, por esto será importante desarrollar e implementar estos sistemas no sólo pensando en solucionar el riego de la parcela sino de una forma global.

Por lo tanto la construcción del dique y el sistema de conducción del agua deberá también diseñarse para un uso posterior del riego por goteo o localizado. Se observan en nuestro país pequeños proyectos que podrían haber sido usados fácilmente con métodos modernos debido a las posibilidades de generar presión y son usados con baja eficiencia por métodos que no se prestan para las condiciones de suelo y topografía.

La falta de conocimiento de todos estos aspectos seguido de cerca por problemas económicos y de financiamiento y además de una adecuada política han determinado que en los últimos cinco años no sólo no haya crecido el área regada, sino por el contrario, se haya reducido paulatinamente.

6. PERSPECTIVAS PARA EL CORTO Y MEDIANO PLAZO

Las perspectivas de estos métodos para el corto plazo en Argentina no son buenas debido a problemas de baja rentabilidad de las áreas bajo riego tradicionales. Se suma a ello el elevado costo de la energía. Esto hace suponer que la difusión de estos métodos modernos quedará radicada en aquellos lugares que sean topográficamente y edafológicamente aptos para su desarrollo. Se puede pensar que su implementación estará fundamentalmente orientada a cultivos de primicia exóticos, flores, invernáculos, etc. Se descarta por ello una difusión masiva del método.

En la medida que los problemas energéticos sean solucionados, que la implementación sea desarrollada zonalmente aprovechando condiciones topográficas adecuadas y se clarifique a nivel gerencial oficial las ventajas de estos métodos su difusión será más fácil. Por esto es que supongo que las perspectivas

a largo plazo son más reales que las del corto plazo.

Teniendo en cuenta todo lo dicho anteriormente y para que de toda esta discusión salgan beneficiados los recursos hídricos y el regante se propone la siguiente ponencia:

" Se de difusión de los beneficios de estos métodos modernos de riego a las esferas oficiales de manera tal que sean tenidos en cuenta para futuros proyectos de colonización de nuevas áreas de riego y además para implementar líneas de crédito que posibiliten el cambio de métodos en áreas ya regadas para mejorar substancialmente la eficiencia del uso del recurso".

IV SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE RIEGO POR GOTEO
Y RIEGO LOCALIZADO

EVOLUCION DEL RIEGO POR GOTEO EN COLOMBIA

Por: Orlando Benavides B.

Bogotá, Mayo de 1981

EVOLUCION DEL RIEGO POR GOTEO EN COLOMBIA

Por: Orlando Benavides B. *

INTRODUCCION

La agricultura ocupa un lugar preponderante en la alimentación y economía colombiana, por eso el Gobierno Nacional a través de los Institutos del sector agrario, está investigando día a día, como aumentar la producción de alimentos.

Siendo el riego uno de los factores más importantes en el incremento de la producción y teniendo en cuenta que el recurso agua es escaso, situación que se agrava por la irregularidad en la distribución de las lluvias, es evidente que se esté trabajando en la búsqueda de nuevos Métodos y Técnicas de riego, que sean más eficientes en el uso del agua.

El Instituto Colombiano Agropecuario desde 1975 ha introducido a nivel experimental, el empleo del riego por goteo en la producción de hortalizas y otros cultivos, obteniendo resultados favorables que le han permitido transmitir la tecnología al agricultor colombiano.

* Ing. Agr. Jefe del Programa de Recursos de Agua y Tierra. Regional 3 Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Apartado Aéreo 021 Codazzi, Cesar.

Igualmente, en base al éxito reportado por el uso de éste método, tanto local como internacional, varias empresas particulares de irrigación, han creado Departamentos exclusivos de riego por goteo y desde 1977 han instalado este sistema en varios cultivos a nivel comercial.

En general se puede afirmar, que se ha adelantado en la fase experimental y se continua a grandes pasos la difusión del método a todo nivel.

DESARROLLO DE LA MICROIRRIGACION EN COLOMBIA.

Con la finalidad de investigar la reacción de los cultivos bajo riego por goteo, la División de Ingeniería Agrícola del ICA, inició su fase experimental estableciendo pruebas de frecuencia de riego, comprobando que la diaria fue la mejor para este medio. Posteriormente procedió a encontrar láminas óptimas de riego por goteo, en terminos de producción por hectárea, estableciendo la rentabilidad, teniendo en cuenta factores K de la evaporación del Tanque "Tipo A" para diferentes especies hortícolas y condiciones climáticas.

La Tabla 1 presenta los resultados de producción con y sin Riego por Goteo y la relación Beneficio-Costo para algunos cultivos, de acuerdo al factor K óptimo, obtenido en los respectivos ensayos.

Como se observa en esta tabla, las producciones obtenidas con Rie-

TABLA No. 1. Resultado de producción con y sin Riego por Goteo y su relación Beneficio/Costo para algunos cultivos.

ICA - 1980

Cultivo	Localización	Evaporación media diaria durante el período mm.	K	Producción media de la zona. Ton/ha.	Producción con Goteo. Ton/ha.	Relación Beneficio/Costo
Tomate "Chonto"	Cáqueza	5.13	0.90	12	22.4	2.66
Tomate "Roma"	San Juan del Cesar	8.93	0.70	17	28.9	(.)
Tomate "Manapal"	Cáqueza	5.40	1.10	13	21.6	(.)
Tomate "Manapal"	Soatá	5.00	1.00	18	53.7	3.1
Pimentón	San Juan del Cesar	8.80	0.70	15	18.0	(.)
Pepino Cohombro	San Juan del Cesar	8.80	0.90	15	19.0	(.)
Melón	San Juan del Cesar	8.80	0.70	(.)	29.0	(.)
Remolacha "Crosby's Egyptian"	Cáqueza	5.20	1.10	11.9	14.9	(.)
Lechuga "Calamar"	Tunja	3.00	1.00	15	52.0	3.22
Coliflor "Bola de nieve temprana"	Tunja	3.00	1.10	9	27.0	1.42
Fresa "Tioga Californiana"	Cota	3.00	1.00	24	62.8	6.82
Papa "ICA San Jorge"	Tunja	3.25	1.10	16	47.4	3.25

3.4.128

FUENTE: Programa de Recursos de Agua y Tierra ICA.

(.) No existen datos.

go por Goteo superan ampliamente en todos los casos a las formas tradicionales de riego, llegando en algunos cultivos a duplicar y triplicar los rendimientos.

La relación Beneficio/Costo estimada para cada experimento, también muestra la bondad del método de Riego por Goteo.

A nivel comercial, después de 3 años de promocionar el método reportan una área de 1067 Ha. regada por goteo, distribuída en varios cultivos como se muestra en la Tabla 2, lo que significa que en poco tiempo empezará a competir con los sistemas tradicionales.

En cuanto a la producción obtenida a nivel comercial, solamente existe información de los siguientes cultivos:

Caña de azúcar	183,3 Ton/ha/mes
Fresas	60.0 Ton/ha/año
Tomate	55.0 Ton/ha/año

La evolución del riego por goteo a nivel comercial se presenta en la Figura No. 1, en la cual se observa un acelerado aumento en el uso de este método. Esto, como consecuencia de la gran aceptación que ha tenido por parte de empresas agrícolas.

miento o no crecimiento de la economía nacional en 1980, según los datos estadísticos del Banco Central, no puede reflejarse excepcionalmente en un sector que como el agrícola es el más dependiente y menos dinámico de nuestra economía, por lo que esta situación crítica de la oferta nacional en productos agropecuarios lejos de superarse tiende a agravarse. Compréndase que esta situación deficitaria es el resultado de la acción de un complejo de causas económicas, políticas e institucionales que han actuado a través de varias décadas y que no puede ser superada a muy corto plazo. Sólo una decisión política nacional que se traduzca en el planeamiento y ejecución de una Plan Agrícola Nacional a Medianos y Largo Plazo, podrá cambiar esta tendencia deficitaria por un incremento sostenido de la producción agrícola nacional.

2.2. Insignificante aporte de la agricultura con riego.

La situación problemática de la agricultura nacional, se manifiesta drásticamente en la agricultura bajo riego. La organización institucional actual del sector agrícola y su escasa operatividad, no corresponde a la prioridad nacional de desarrollar la agricultura con riego. Existen hechos circunstanciales y datos que confirman tal aseveración. Desde 1968 se aprecia un esfuerzo creciente del Estado por dotar de infraestructura física suficiente a la agricultura con riego. Sin embargo, la operatividad no demostrada de esa infraestructura y la insignificante producción bajo riego en los principales rubros agrícolas, se contradice con esta acción del Estado encaminada a crear las bases para desarrollar la agricultura bajo riego. Se puede apreciar que ya en 1968 la infraestructura de riego construída por el Estado alcanza a una capacidad de 160.000 ha regables. Esta se incrementa progresivamente hasta llegar en 1978 a 300.000 ha (ver cuadro N° 2). Se puede observar en el mismo cuadro el resaltante contraste entre área regable y área regada anualmente, con el agravante del estancamiento del área regada en un período referido de 10 años (1969- 1978).

CUADRO 1. DEMANDA NACIONAL Y DEFICIT ESTIMADO EN RUBROS
AGROPECUARIOS. AÑO 1980

RUBRO	DEMANDA TOTAL	PRODUCCION NACIONAL	DEFICIT	PORCENTUAL
Cereales (Tm) (maíz, arroz, sorgo, trigo)	3.300.000	1.800.000	1.500.000	45
Leguminosas (Tm) (caraotas, frijoles, etc)	100.000	50.000	50.000	50
Oleaginosas (Tm) (ajonjolí, maní, coco, algodón)	240.000	53.300	186.700	78
Azúcar (Tm)	700.000	350.000	350.000	50
Leche (miles Lt)	1.800.000	1.000.000	800.000	45
Carne (Tm)	360.500	300.000	60.000	17

FUENTE: Plan Operativo Sector Agrícola 1980-81
Ministerio de Agricultura y Crfa.

contar con una agricultura estable y productiva, en la medida en que se desarrolle la agricultura bajo riego, en una proporción equivalente a un seguro alimentario mínimo para la Nación.

En este trabajo se hace un breve diagnóstico de la situación crítica de nuestra agricultura, especialmente de la agricultura bajo riego, se señalan los criterios y factores prioritarios que deben orientar una política de riego con fines agrícolas, así como el contenido y alcance de una política para el desarrollo de la agricultura bajo riego en el país, a mediano plazo.

2. Diagnóstico de la situación agrícola actual.

2.1 Producción agrícola y abastecimiento nacional.

Para 1980 se estima que la producción agrícola nacional sólo cubriría aproximadamente el 50% de la demanda total de la población en alimentos. En consecuencia, por la necesidad de importar grandes cantidades de alimentos, el país transfiere al exterior en el mencionado año aproximadamente 7.000 millones de bolívares, que de ser otra la situación pudieron utilizarse en el desarrollo acelerado del sector y no en la solución en forma precaria de un problema nacional de alimentación, que refuerza la dependencia económica del país.

El Plan Operativo del Ministerio de Agricultura y Cría para el sector agrícola en el referido año, plantea las demandas totales o nacionales por renglón agrícola y pecuario, considerando una población de 15 millones de habitantes, sin incluir la alta proporción de inmigración no registrada que ha ingresado al país por diversas vías, la cual no pudo ser precisada por el censo de extranjeros realizado recientemente. Como ejemplo se presenta la información (cuadro 1) en el cual la relación demanda total y oferta nacional para 6 de los renglones agrícolas más importantes, presenta profundos déficit, correspondiendo el tope a las oleaginosas con una oferta deficitaria en 78% y en menor proporción a la carne de bovino con un 17%. La situación de estanca-

1. Introducción:

Venezuela es un país económicamente dependiente, por su ubicación periférica en el sistema mundial capitalista. Su papel de suministrador de minerales estratégicos y recursos energéticos indispensables para la pervivencia del modelo capitalista, ha generado su condición de país de economía no diversificada, en la cual el sector agrícola juega un rol de secundaria importancia como base del desarrollo económico nacional. La base económica del país consiste en una industria primaria que transfiere recursos minerales al mercado mundial capitalista a cambio de capital de explotación, tecnología foránea, productos elaborados y servicios. La escasa importancia económica que se le da al sector agrícola, es la principal causa del insuficiente crecimiento de la agricultura, de su permanente estado de intercambio negativo con los otros sectores de la economía y de su incapacidad secular para producir alimentos de origen agropecuario, en un volumen apropiado para la seguridad alimentaria de la población y el resguardo de nuestra soberanía como nación. Las dificultades cada día crecientes para obtener productos agrícolas en el mercado exterior, por la manipulación política que para su colocación o venta realizan las transnacionales de los alimentos, hacen más crítica la dependencia alimentaria del país y estimulan a la concertación de un esfuerzo nacional, para la superación o mediano plazo de esta grave situación. Es necesario cambiar de rumbo a corto plazo y adoptar una decisión de política nacional que dé al sector agrícola la importancia económica y estratégica que tiene en el desarrollo autónomo de la nación. Para esa agricultura necesaria, con capacidad para abastecer la demanda alimentaria de la población, el incremento acelerado de la producción bajo riego, constituirá su base o sustentación principal. Hay que ponderar el criterio de que en un país de ecología tropical como Venezuela, solo es posible

De 1986 a 1990 se incorporarían alrededor de 500.000 has. bajo riego para una meta en este último año de 800.000 has. de producción con riego en agricultura principalmente vegetal, con alta productividad y dos ciclos mínimos para cultivos temporales.

Como estrategia para la realización de esta política se puede adoptar una organización vertical mediante la creación de un Instituto Nacional de Riego o la alternativa de una organización horizontal de convergencia de las instituciones del sector agrícola.

Independiente de la alternativa de organización que se tome, debe operarse la agricultura con riego como un sistema complejo a nivel de área de producción, con integración de los componentes: dotación de infraestructura, proceso productivo, agroindustria y comercialización.

Es claro que la organización actual de la agricultura con riego que administra la acción oficial, no tiene la estructura orgánica, ni la capacidad, ni la funcionalidad necesaria para la conducción y desarrollo de una Política Nacional de Agricultura con Riego, como la que se esboza en esta proposición.

Es urgente producir los cambios que sean necesarios en la organización oficial actual y concitar al interés nacional para el planeamiento, instrumentación y ejecución de un Plan Agrícola Nacional, que nos permita alcanzar a mediano plazo niveles satisfactorios de producción agrícola para el abastecimiento nacional.

El desarrollo de una política agrícola como la propuesta, conlleva el apremio de elaborar una tecnología agrícola distinta a la que predomina actualmente. Esta será una tecnología productiva y adecuada a las condiciones del medio tropical.

Contenido y Alcance de una Política de Riego

Resumen

Venezuela padece una situación crítica de producción agrícola en relación al abastecimiento alimentario de la población.

Una política de Desarrollo Agrícola en la cual el impulso de la agricultura con riego constituya la base de la producción, es necesario planear y realizar a mediano y largo plazo con el fin de enfrentar esta grave situación que refuerza la dependencia del país.

Las motivaciones para convertir a la agricultura con riego en la base de la producción agrícola nacional, se fundamenta en la condición agroclimática tropical del país, en el cual la permanente radiación solar es el recurso de producción agrícola más importante. En estas condiciones climáticas la distribución del régimen de lluvias es irregular o errático y no permite el suministro adecuado de la humedad que demanda la producción de cultivos.

La agricultura con riego es la alternativa para solucionar el problema señalado y crea la posibilidad de hacer uso durante todo el año de la energía solar en el proceso de producción agrícola.

El impulso de la agricultura con riego en el país puede realizarse en dos etapas:

De 1982 a 1985 se desarrollarían las 300.000 has. que ya disponen de infraestructura de riego, de las cuales no se está regando más de 50.000 ha. actualmente.

CONTENIDO Y ALCANCE DE
UNA POLITICA NACIONAL DE RIEGO

José Quintana Llamozas

Presentado en el IV Seminario Latinoamericano
de Riego por Goteo. Realizado en Barquisimeto,
Estado Lara. Junio de 1981.

BIBLIOGRAFIA

1. BENAVIDES, O. Módulo de Riego por Goteo en fresa (*Fragaria chiloensis* Duchsne) Var. Tioga Californiana. Bogotá, Universidad Nacional ICA, Programa para graduados, 1980 79p. (Tesis M.S.)
2. CARDONA, P. H.; FORERO, J.A. Determinación de la lámina de Riego por Goteo en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleraceae*) Tunja, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 1978. 62p. (Tesis Ing. Agr.)
3. FORERO, J.A. Informe anual de actividades. Programa Recursos de Agua y Tierra. Documento 00-6. 041-78 ICA. Bogotá. 1978. 77p.
4. FORERO, J.A.; GUTIERREZ, P. J.; MARTINEZ, A.R. Determinación de la lámina de riego por goteo en la lechuga (*Lactuca sativa* L. var calamar). Revista ICA. Volumen XIV Número 1. Bogotá-Colombia. 1979. 51-62p.
5. SUAREZ, M.G. Informe anual de labores al grupo multidisciplinario de hortalizas y tuberosas. Regional No. 1. Documento 00-6-032-78- ICA. Bogotá Colombia. 1979. 18p.
6. SUAREZ, J.G. Riego por Goteo en zonas de minifundio en Cáqueza. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario, Programa Recursos de Agua y Tierra, 1979. 17p.

LIMITANTES EN LA EVOLUCION DEL RIEGO POR GOTEO

Básicamente, el limitante que más ha afectado la expansión del Riego por Goteo, es la falta de una política crediticia favorable a los agricultores que permita un rápido desarrollo en el uso del método. Sin embargo el Gobierno Nacional y algunas entidades bancarias, estudian actualmente la posibilidad de fijar normas que establezcan a través del Fondo Financiero Agropecuario, el crédito necesario para la adquisición de estos equipos.

La poca investigación realizada a nivel comercial, es otra de las causas que han influido en el avance de la microirrigación, porque a pesar de que este sector cuenta con facilidades para absorber tecnología, no tiene suficiente base experimental que le permita reemplazar las técnicas tradicionales de riego por este novedoso método.

Además hay otros limitantes que podrían mencionarse, sin embargo no se discuten en este informe, por ser aspectos comunes a cualquier método de riego, como la inversión, la capacitación, la adaptación, etc.

DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO

En terminos generales, se puede decir que existe una amplia disponibilidad de equipos de Riego por Goteo, dado que actualmente varios distribuidores están fabricando estos equipos, utilizando patrones importados. Además, de acuerdo a la información brindada por las casas comerciales que tienen como meta superar las 10.000 hectáreas con goteo, para el quinquenio 1981 - 1985, es evidente que proporcionen el material necesario para cumplir con esa meta.

Por otra parte, dadas las ventajas que ofrece el Riego por Goteo, especialmente en cuanto a economía de agua y aumento en la producción, con relación a otros métodos, es posible que en un corto plazo se incorporen nuevas áreas a este sistema de riego.

TABLA No. 4. Costos de instalación de riego por goteo para una hectárea de fresa. (Riarcol 1981).

Rubro	\$ Col.
5.500 mts. tubería	\$195.250
55 correctores simples	413
1 filtro de arena	21.000
1 filtro de malla	8.000
1 inyector de fertilización	17.500
55 Válvulas de drenaje	4.125
4 válvulas hidráulicas	30.000
4 reguladores de presión	15.000
1 dólar = \$ 53 col.	\$291.288

Goterros cada 0.30 mts.

TABLA No. 3. Costos de instalación de Riego por Goteo para una hectárea de fresa. ICA - 1981.

Equipo de Riego	Costos
Motobomba (3 H P)	\$24.000
Tubería Polietileno 3/4" (300) m.	4.200
Tubería Polietileno 1" (400) m.	7.600
Tubería Polietileno 1/2" (5.000) m.	30.000
Tanques de Eternit 2.000 L. (2)	14.000
Dos filtros	3.000
Accesorios Galvanizados	7.710
Microtubo (160 kg) y accesorios plásticos	34.090
1 dólar = \$ 53 col.	\$124.600

Microtubos cada 0.35 mts.

COSTOS DE INSTALACION POR HECTAREA DEL RIEGO POR
GOTEO PARA ALGUNOS CULTIVOS

El ICA ha estimado que el costo por hectárea al instalar Riego por Goteo, utilizando materiales de fabricación nacional, varía entre \$80.000 y \$125.000 pesos, para la mayoría de los cultivos.

La Tabla No. 3. detalla los costos de instalación por hectárea para fresa, con materiales nacionales y usando microtubos cada 0.35 m. y la Tabla 4 presenta los costos para el mismo cultivo utilizando materiales importados.

Además, comercialmente han estimado los costos por hectárea con riego por goteo para algunos cultivos, a precios del primer Semestre de 1981, los cuales se describen a continuación:

Banano	\$150.000
Café	150.000
Cacao	150.000
Caña de Azúcar	200.000
Flores	450.000
Fresa	291.000
Frutales	140.000
Tomate	140.000
Palma Africana	100.000
Hortalizas	140.000

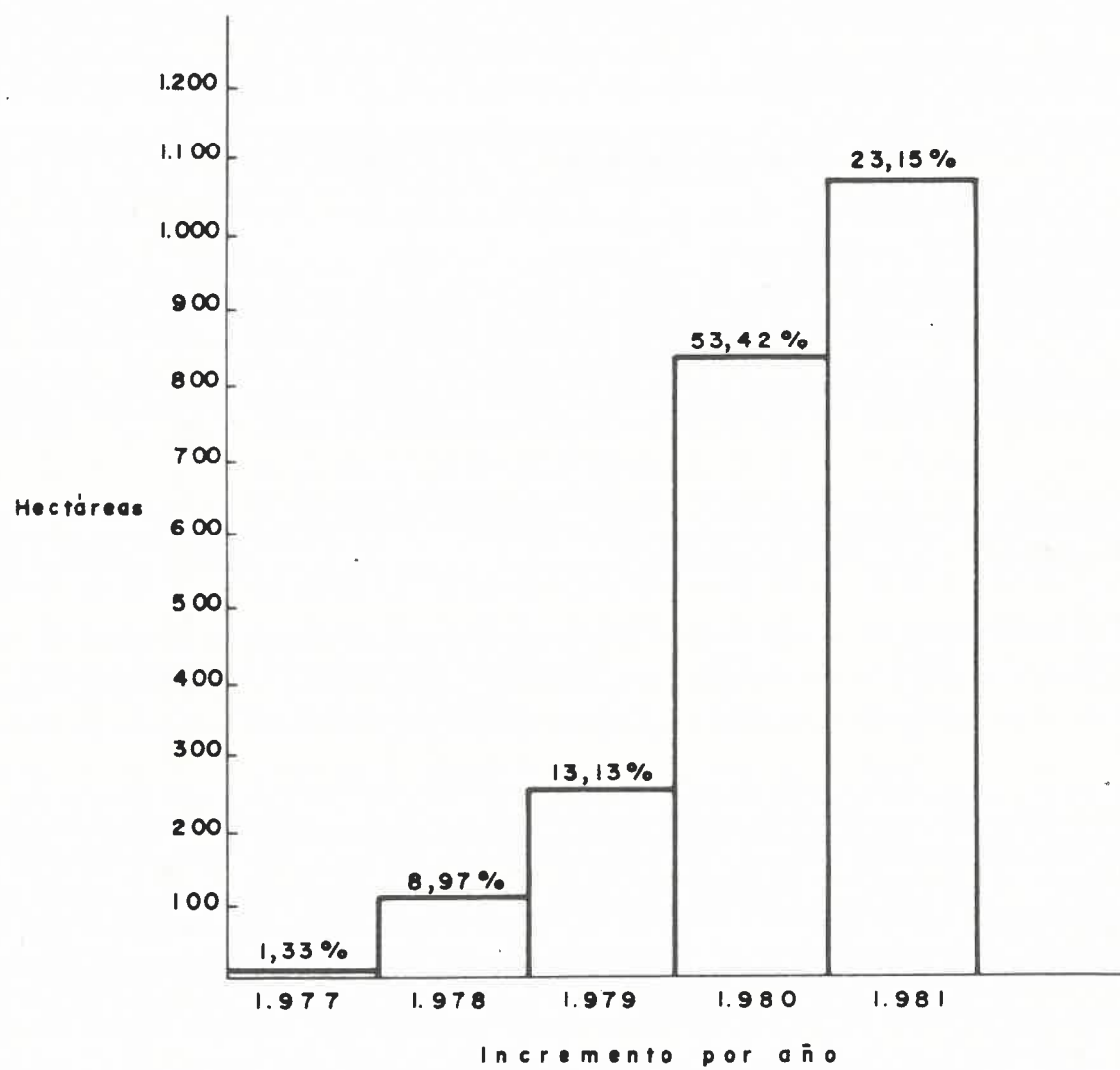


FIGURA No. 1 - Evolución del riego por goteo en Colombia a nivel comercial. 1.977 - 1.981

TABLA No. 2. Area y cultivos regados por goteo en Colombia a nivel comercial.

Cultivos	Superficie regada por Goteo en Ha.
Flores	350
Caña de Azúcar	220
Frutales	120
Palma Africana	120
Hortalizas	60
Fresas	50
Uva	40
Banano	25
Café	22
Cítricos	20
Pimienta	20
Tomate	20
Total	1.067 Has.

EVOLUCION DE LA SUPERFICIE REGABLE Y LA REGADA EN LOS SISTEMAS DE RIEGO DE VENEZUELA A PARTIR DE 1968

SUPERFICIE HA.

ANO	REGABLE	REGADA	PROPORCION APROVECHADA %
1968	166.380	36.653	22.0
1969	168.284	37.869	22.5
1970	181.709	38.542	21.0
1971	181.709	38.838	21.4
1972	182.139	43.897	24.1
1973	209.212	50.392	24.1
1974	210.793	52.427	24.9
1975	212.207	50.912	23.4
1976	303.593	49.748	16.4
1977	310.773	48.164	15.5
1978	322.573	37.609	11.7

Fuente: Tomado del Informe Plan de Acción del I.I.C.A., en Venezuela,
por datos obtenidos en el M.A.R.N.R.

Las estimaciones indican que Venezuela debe desarrollar alrededor de 4 millones de ha con producción agrícola vegetal para cubrir la demanda alimentaria de la población. Asimismo, la proporción bajo riego de la superficie cultivada debe superar el 10%. De aquí se desprende la insignificante importancia que actualmente tiene para el objetivo de abastecimiento nacional, la agricultura con riego, con una superficie regada que presenta en 10 años una media inferior a 50.000 ha por año.

3. Criterios y factores prioritarios para el diseño de una política de riego.

3.1 La agricultura de riego como soporte del abastecimiento nacional.

En condiciones del medio ambiente tropical, el rigor de los factores climáticos y su comportamiento irregular determina la denominada fragilidad del ecosistema tropical. La posibilidad de desarrollar una agricultura estable y productiva depende del manejo apropiado que se haga de los factores climáticos y de los suelos del medio tropical, sobre todo del uso óptimo del factor de producción más importante del trópico como lo es la permanente radiación solar. La posibilidad de usar la permanente luminosidad solar en el trópico, depende del suministro adecuado de humedad durante el desarrollo y fructificación de las especies vegetales. Por ser irregular la distribución anual de las lluvias en el medio tropical, es necesario el suministro de humedad adicional y el control de los excesos de humedad estacional.

Siendo Venezuela un país de ecología tropical, el desarrollo de las infraestructuras de riego es un requisito necesario para una agricultura estable y productiva que satisfaga el requerimiento de abastecimiento nacional.

3.2 Investigación agrícola y producción.

Es necesario la orientación de la investigación agrícola, para el desarrollo de una tecnología esencialmente tropical, que haga uso más

racional de los recursos de producción. En este sentido debe considerarse el rápido crecimiento de las especies vegetales en el trópico debido a la acción más violenta de los factores climáticos y la demanda por esta causa de altas proporciones de nutrientes en un ciclo relativamente corto.

La eliminación de la cubierta vegetal de los suelos antes de las lluvias, los expone a la erosión superficial y a la lixiviación, acarreado una importante pérdida de nutrientes y deteriorando sus condiciones físicas para el soporte de los cultivos. Por estas y otras causas los suelos tropicales sometidos a constante laboreo y a cultivos temporales periódicos pierden su fertilidad rápidamente. El diseño por la investigación agrícola de una tecnología de riego que comprenda el tamaño y tipo de la infraestructura de riego, el tipo e intensidad en el uso de la maquinaria e implementos agrícolas y el establecimiento y manejo de los sistemas de cultivos, debe corresponderse con estas características predominantes en el medio ambiente tropical. La práctica actual de monocultivos periódicos o sucesivos y el laboreo exhaustivo de los suelos por el uso muy intensivo de la maquinaria agrícola, deterioran las condiciones físicas y agotan en corto tiempo la fertilidad de los suelos tropicales.

3.3 Producción agrícola de mercado y recursos humanos.

La única vía o alternativa del país para abastecerse a mediano plazo con producción nacional, está en el desarrollo acelerado de una agricultura comercial o de mercado. Las características económicas y sociales del país así lo establecen, por la escasez de recursos humanos o de población económicamente activa dedicada a la agricultura, se establece la relación de un productor agrícola por 20 habitantes. Actualmente la población agrícola es menor del 20% de la población total. Por ser el factor trabajo el recurso de producción más escaso, es necesario optimizar el uso de este recurso mediante la aplicación intensiva del capital por unidad de producción. Se dispone de abundante capital y de tierra su

ficiente que permitan ésta orientación para el logro de una agricultura económicamente productiva o de mercado. Por ser la agricultura de riego la de mayor requerimiento en organización, administración y tecnología de producción, el recurso humano que se utilice en este tipo de agricultura como productor, debe ser el más capacitado que pueda existir en el sector agrícola. La selección de agricultores con experiencia y su capacitación técnica y administrativa para asentarlos en los sistemas de riego, en combinación con el asentamiento de agrotécnicos dedicados a la producción directa, debe ser la orientación del Estado en política de utilización de recursos humanos, para el fomento de una agricultura productiva de mercado en los sistemas de riego. Debe estar clara la necesidad de lograr el mayor nivel de eficiencia productiva en los sistemas de riego. Esta eficiencia depende del buen funcionamiento u operativo de los sistemas hasta la entrega del recurso agua al productor y de la capacidad administrativa y técnica del agricultor asentado en las áreas con riego para conducir su explotación agrícola con rentabilidad económica. Si buscamos las causas de la bajísima relación entre área regable y área regada que se muestra en el cuadro 2, así como la proporción marginal de la agricultura con riego en relación a la producción nacional, en los sistemas de riego construido por el Estado, tendríamos que señalar a la falta de recursos operativos que se apliquen eficientemente con un sistema funcional y a la imprevisión de no realizar una rigurosa selección de los agricultores, como los factores más determinantes.

3.4 Organización institucional y funcionamiento.

Para convertir a mediano plazo a la agricultura de riego en la base de la producción agrícola nacional, es necesario introducir cambios importantes en la organización y funcionamiento en el sector agrícola oficial que dirige, administra y opera la agricultura bajo riego. La premisa de una estructura administrativa nacional que opere a los grandes y medianos sistemas de riego como un complejo: producción, distribución, agroindustria, no puede ser satisfecha por la organización oficial actual. Se requiere de una

organización amplia y sólida que actúe sin discriminación para el aprovechamiento pleno de todos los recursos técnicos humanos especializados, en las funciones de dirección, administración y operación de la agricultura bajo riego. Una organización oficial con estas características puede darse a través de dos vías:

Una organización vertical que integre todas las funciones del complejo sistema: dotación de infraestructura física, producción, distribución, agroindustria, que podría ser un Instituto Nacional de Riego adscrito al Ministerio de Agricultura y Cría.

Una organización de conformación horizontal, en la cual el sistema - complejo de dotación de infraestructura, producción, distribución y agroindustria, se integre a través de un operativo coordinado, con participación de los organismos del sector agrícola que realizan las funciones integrantes del complejo sistema de gestión. Si se adoptara esta alternativa, que parece la más factible por no afectar estructuralmente a la organización actual del sector agrícola, podría adoptarse la experiencia nacional para la gestión de producción agrícola con enfoque integral. Se trata del establecimiento de un operativo de convergencia institucional a nivel de área, para el desarrollo agrícola integral. Este operativo que también incorpora la participación de los productores en todo el proceso de gestión de producción y comercialización, funciona mediante una instancia consultora y otra ejecutora, que se integran institucionalmente y están estrechamente vinculadas. Esta puede ser la organización funcional conformada interinstitucionalmente a nivel de los sistemas de riego. A nivel nacional solo se necesitaría de una instancia oficial coordinadora que podría ser la Dirección General de Riego del Ministerio de Agricultura y Cría, actuando a través de un Consejo Consultivo Nacional, conformado por las instituciones del sector agrícola que realizan funciones de dotación física, producción, comercialización y agroindustria.

4. Contenido y alcance de la Política de Riego.

4.1 Contenido.

Visto el objetivo de convertir a la agricultura de riego en la base de la producción agrícola para el abastecimiento nacional y tomando en su importante dimensión los criterios y factores analizados en el punto anterior, una Política Nacional de Riego debe incluir el siguiente contenido principal:

- La transformación de la organización oficial de riego en una estructura que planifique y opere integralmente el completo sistema: dotación física, producción, comercialización y agroindustria, como estrategia para cumplir - el objetivo propuesto.

Como lo señalé anteriormente, dos alternativas existen para la conformación de esta organización que conduzca la Política Nacional.

- Un inventario nacional de los recursos hídricos y su zonificación con fines de uso agrícola.

- Definición y caracterización por la investigación agrícola, de los sistemas de producción para cada área o zona de producción agrícola bajo riego.

- Reacondicionamiento de la infraestructura de riego existente y dotación de los recursos necesarios físicos y humanos para optimizar su funcionamiento a corto plazo. Es necesario superar la gran discrepancia actual entre superficie regable y superficie regada, en los sistemas de riego operado por el Estado.

- Programación de las futuras infraestructuras para dotación de riego, con su cronograma de inversión, de acuerdo las necesidades de desarrollo de la agricultura de riego. El crecimiento de la producción bajo riego, se proyectará en base al incremento interanual de la demanda de alimentos, de acuerdo al mejoramiento de las condiciones de vida y aumento de la población. El tipo y capacidad de las nuevas infraestructuras para riego, así como su diseño y construcción deben adecuarse a las condiciones agro-ecológicas del medio tropical y a las características socio-económicas de los usuarios del sistema. Asimismo, la tecnología que se aplique, debe concordar con estas caracte-

rísticas agroecológicas y socio-económicas del medio ambiente tropical. Se atiende así a la premisa de mantener la productividad de los ecosistemas del trópico, simultáneamente con el logro de una agricultura económicamente productiva.

- Un instrumento metodológico para la selección de los productores, usuarios de las áreas con dotación de riego. En los sistemas de riego deben ubicarse a los agricultores más eficientes, que tengan la capacidad técnica y administrativa para conducir sus explotaciones. Al respecto, se requiere del funcionamiento de un sistema de capacitación y adiestramiento permanente para el personal técnico que opere los sistemas de riego y los productores asentados, a fin de que estén al día en la transferencia y aplicación de la tecnología de producción y administración del negocio agrícola.

- Racionalización en el uso del recurso agua en los sistemas de riego-privado, a través de un instrumento legal que regule el aprovechamiento de este recurso de producción.

- Un incremento sostenido de las infraestructuras de drenaje, que permitan utilizar a corto y mediano plazo grandes extensiones de tierras agrícolas de buena calidad. Estas tierras tienen como limitante para la producción agrícola problemas de inundaciones en invierno o de mal drenaje. Están ubicadas en su mayor proporción en los llanos occidentales y centrales y en la zona del Sur del Lago.

- El tratamiento orgánico al proceso productivo.

En el complejo sistema: producción, comercialización, agroindustria, el proceso productivo constituye la base del sistema. Para su tratamiento orgánico, el proceso productivo debe considerarse propiamente como un sistema o subsistema del complejo referido, en el cual sus partes deben estar funcionalmente integradas como un todo. La investigación agrícola, la asistencia técnica, la capacitación agrícola, el financiamiento, la dotación de infraestructuras y otros servicios, son los elementos que sistemáticamente deben concurrir como un todo a nivel de cada área de producción con dotación de riego. La estructura actual para conducir el proceso productivo en los sistemas de riego, no está conformada para accionar con esta orientación orgánica.

4.2 Alcance de la Política de Riego.

La proyección de esta política, debe contener metas a mediano y largo plazo. Como parámetros de referencia para estimar las metas a mediano y largo plazo, deben tomarse el incremento interanual de la demanda nacional en productos agrícolas y las posibilidades de aumento anual de la oferta agrícola, de acuerdo con los recursos de producción que se puedan utilizar anualmente y a la dimensión del déficit de la oferta en producción agrícola. Tomando en cuenta - que la producción agrícola vegetal se está realizando en un área aproximada de 2 millones y considerando que es este tipo de producción la que principalmente se realizará en las áreas con dotación de riego, se aumentará anualmente el área regada o bajo cultivos hasta cubrir en un plazo de 4 años el 20% de la superficie con agricultura vegetal, aproximadamente 300.000 ha.

Para satisfacer la demanda futura en producción vegetal, se estima - ampliar la frontera agrícola a 4 millones de ha con producción agrícola vegetal. Considerando que se necesiten 10 años para alcanzar esta superficie con cultivos vegetales, anualmente después de los primeros 5 años indicados se irá incrementando el área bajo riego en una proporción que permita cubrir al término de este período el 20% de la superficie agrícola vegetal, alrededor de 800.000 ha.

Según estudios o inventarios de tierras agrícolas que se han realizado, Venezuela dispone de 2 millones de ha de tierra sin limitaciones para la producción agrícola. Posee además unos 6 millones de tierras con algunas limitaciones, que pueden ser enmendadas y utilizadas en la producción agrícola vegetal. Desarrollar hasta 4 millones de ha para dedicarla a la producción agrícola vegetal en un mediano plazo, es prioritario para alcanzar un nivel aceptable de autoabastecimiento agrícola. Si nos proponemos una meta del 20% de esta superficie con dotación de riego, tendríamos que incorporar a partir del año 1986 un - un promedio de 100.000 ha para alcanzar 800.000 ha equivalente a la meta del 20%.

Los países tropicales que han alcanzado niveles deseables de abastecimiento, han dispuesto de una superficie bajo riego un poco superior al 20% de la superficie total de producción vegetal. Si la proyección de población a 1990 es

de 21 millones de habitantes, la relación en ese año de tierra bajo cultivo vegetal en base a 4 millones de ha será de 0.2 ha/habitante. Esta relación crítica demanda una agricultura altamente productiva en la cual la agricultura bajo riego jugará un papel crucial y tendrá que utilizarse intensivamente como elemento o componente estabilizador del proceso productivo y como garantía de los altos niveles de productividad que esta agricultura exige. La meta de 700.000 ha a 800.000 ha con cultivo bajo riego en 1990, corresponde al 20% del total de ha consideradas (4 millones de ha). A partir de 1990, es necesario aumentar esta relación de superficie cultivada bajo riego, como requisito para mejorar los niveles de abastecimiento con producción nacional.

La estimación de demanda de productos agrícolas que se presenta en el cuadro 2, se ha hecho en base al consumo per capita y el total de población para los años que se refieren. Estas estimaciones de productos agrícolas, satisfacen en más del 80% la demanda nacional. Producir estas cantidades de alimentos, equivaldría a alcanzar niveles deseables de autoabastecimiento. Esto es factible a mediano plazo en la medida que se incremente la producción bajo riego. Al corto plazo (año 1985) se debe lograr el objetivo de incorporar a la producción agrícola bajo riego, las 300.000 ha con infraestructura de riego. De 1986 a 1990, en un plazo de 5 años, se incorporarían 500.000 ha nuevas, para alcanzar en ese último año las 800.000 ha equivalente al 20% de la superficie agrícola con producción vegetal. En este período de 5 años será necesario incorporar anualmente un promedio de 100.000 ha para lograr en 1990 las 800.000 ha con producción agrícola vegetal bajo riego.

El desarrollo de esta Política Agrícola, plantea la necesidad de zonificar la producción y el reordenamiento cíclico anual de los cultivos temporales. En el área con disponibilidad de riego, debe concentrarse la producción de cereales en el ciclo de invierno. De este modo se usaría riego complementario pre-invierno.

En el ciclo siguiente, se producirán principalmente oleaginosas, leguminosas, algodón y papa, los cuales podrían demandar riego complementario como cola de riego.

CUADRO 3. ESTIMACION DE DEMANDA DE PRODUCTOS AGRICOLAS.

PRODUCTOS AGRICOLAS	1980		1985		1990	
	Consumo tm.		Consumo tm.		Consumo tm.	
Cereales (arroz, maíz, sorgo)	2.520.000		3.300.600		3.800.000	
Leguminosas (caraota, frijol, otros)	97.800		131.600		150.000	
Raíces y Tubérculos (papa, yuca, otros)	662.200		846.000		945.000	
Oleaginosas (agonjolí, maní, coco, algodón, maíz, aceites)	243.000		300.800		360.500	
Fibras y Textiles (algodón y sisal)	35.200		62.140		73.500	
Hortalizas (tomate, pimentón, ajo, ce- bolla, zanahoria, otros)	317.300		405.900		462.000	
Frutas (cítricas, bananas, uva, lecho- za, piña, otros)	2.307.600		3.008.000		3.360.000	
Azúcar	750.000		905.000		1.008.000	
Café	57.100		75.200		84.300	
Cacao	4.800		9.400		10.500	

Fuente: Estimaciones preliminares obtenidas en Coordiplan.

En el período propiamente de verano, se utilizaría riego total en el cultivo de hortalizas y otras especies vegetales que por sus condiciones agronómicas y productividad económica se presten para su desarrollo con riego total. Los frutales y otros cultivos permanentes, tendrán requerimiento de riego, durante la época seca del año.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El declive a partir de la década del cuarenta, de nuestra agricultura como actividad económica de primera importancia, es consecuencia de la nueva orientación que toma el país al basar su economía en la industria de petróleo y otros minerales estratégicos.

Esta reorientación económica refuerza la dependencia del país, y se convierte en un tradicional importador de alimentos.

El sector agrícola es relegado a un plano de importancia secundaria en la vida económica del país y la producción agrícola nacional crece por debajo del incremento poblacional.

Al inicio de la década del ochenta, la situación deficitaria de la producción agrícola se ha acentuado en un grado tal, que es necesario importar el 50% de los alimentos para satisfacer la demanda nacional.

El país tiene que superar a mediano plazo, esta situación crítica de dependencia exterior para el abastecimiento nacional.

Es urgente concitar a través del Estado a todos los sectores de la vida nacional, para que al margen de intereses económicos y políticos de grupos y en función del máximo interés de desarrollo independiente del país, se acometa la planificación, instrumentación y ejecución de un plan a mediano plazo de incremento acelerado de la producción agrícola, con los objetivos ya señalados.

El plan tendrá duración de nueve (9) años (1982-1990). Tendrá como base el desarrollo y aplicación de un modelo de tecnología agrícola tropical que se adapte a las características agroecológicas del país y a las condicio--

nes socioeconómicas de la mayoría de los agricultores. No menos importante será el impulso sostenido de la agricultura bajo riego en este período, hasta lograr el 20% del área agrícola que se explota con producción vegetal, estimándose que en 1990 el área regada en los sistemas de riego administrados por el Estado, será de 800.000 ha en base a 4 millones de ha con producción vegetal.

Esta agricultura debe ser altamente productiva debido a los grandes déficit de producción que debemos superar y a la necesidad de optimizar el uso del recurso o factor trabajo, por la relación de un productor agrícola por cada veinte habitantes.

Este Plan Agrícola será exitoso, si el Estado a través de medidas económicas y políticas modifica la situación de intercambio negativo del sector agrícola y las condiciones de vida de la población rural.

Simultáneamente con la zonificación de la producción, debe procederse a un reordenamiento cíclico de los cultivos temporales, a fin de hacer un uso más apropiado de los recursos en las áreas con riego.

El desarrollo de la agricultura de riego, como medio que permitirá el aprovechamiento permanente del recurso más importante de producción del trópico que es la continua radiación solar, debe constituirse en la base estabilizadora y productiva de nuestra agricultura, para el logro del objetivo de abastecimiento alimentario, a niveles satisfactorios que no comprometan la soberanía nacional.

El productor que se asiente en los sistemas de riego, debe ser el más eficiente del sector. Capaz de conducir técnicamente el proceso productivo y administrar económicamente su explotación agrícola. Se sugiere el asentamiento de agrotécnicos y la selección y capacitación rigurosa de los otros agricultores que se ubiquen en estos sistemas.

Las áreas con dotación de riego deben manejarse como un sistema complejo que integre sus componentes: dotación de infraestructura, proceso productivo, comercialización y agro-industria. El manejo integral del sistema tiene sus motivaciones de eficiencia económica, de justicia social y desarrollo.

El proceso productivo como la parte más dinámica del complejo sistema, está conformado a su vez por varios elementos, a los cuales debe dársele un tratamiento orgánico como un todo. La conjugación de la investigación agrícola y la asistencia técnica, con la capacitación agrícola a nivel de los técnicos y de los productores, con el financiamiento y con los otros servicios productivos, deben integrarse en un subsistema de gestión, a nivel de cada área dotada de riego para la producción agrícola.

Si se toma como alternativa para la realización de esta política de riego el modelo de organización horizontal con la convergencia de las diferentes instituciones del sector agrícola, se recomienda utilizar la experiencia que ya existe a nivel de área de producción, desarrollada desde 1976 a 1980 y la cual se está aplicando a través de los Centros Coordinados de Desarrollo Agrícola Integral (CECORDAI). Se trata de un mecanismo flexible de convergencia interinstitucional a nivel de área, para la gestión de producción agrícola mediante la aplicación de un sistema de asistencia técnica de enfoque integral, en el cual con-

curren las funciones de investigación agrícola, transferencia tecnológica, capacitación agrícola, registro, evaluación y comercialización. Este operativo funciona orgánicamente mediante una instancia ejecutora y otra consultora, que se coordinan e integran con el concurso de los organismos participantes y de los agricultores, a través de sus organizaciones económicas y gremiales locales.

JQLL/dm.
16-06-81.-

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- BAGU, S. HENRIQUE C.F. CORDOVA, A. DOS SANTOS, T.
Problemas del Sub-Desarrollo Latinoamericano.
Nuestro Tiempo, México, 1973.
- 2.- BAZAN, R. SORIA, J. PAEZ, G. PINCHINAT, A. MATEO, N.
1974. Desarrollo de Sistemas de Producción Agrícola.
Costa Rica, CATIE. 12p.
- 3.- CONICIT-CENDES. 1976. Hacia un modelo de producción agrícola
adecuado para Venezuela. Opinión agraria. Caracas. 11: 64-66.
- 4.- GOMEZ, G. PEREZ A. 1978. Los problemas del desarrollo de la agri
cultura Latinoamericana.
FAO - ROMA.
- 5.- GONZALEZ RINCON, H. 1978. Venezuela. Agricultura y soberanía.
Caracas, Sociedad de Ingenieros Agrónomos. 95 p
- 6.- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA. 1981.
VI Plan de Desarrollo de la Nación. Dirección General de Pla
nificación del Sector. Caracas.
- 7.- QUINTANA LLAMAZAS, J. 1980. Abastecimiento y Desarrollo Rural en
América Latina. IV Congreso Latinoamericano de Ingenieros -
Agrónomos. Santo Domingo. República Dominicana, 12 p.
- 8.- _____ Una Estrategia para el Abastecimiento
y el Desarrollo Rural. Simposio Nacional sobre Seguridad Alimen
ticia. Universidad Simón Rodríguez. Caracas 34 p.

- I. INTRODUCCION
- II. CARACTERISTICAS GENERALES
- III. DISPONIBILIDAD DE AGUA Y VOLUMENES APROVECHABLES
- IV. DEMANDAS DE AGUA, ACTUALES Y PROSPECTIVAS
- V. RECURSO SUELO
- VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- VII. BIBLIOGRAFIA

POTENCIALIDADES DE USO DE RIEGO
LOCALIZADO EN ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS
DE LA REGION CENTRO OCCIDENTAL

Ings. Agrs. Jesús Pérez Pérez
Freddy Pérez Q.
MARNR-Zona 3

II. CARACTERISTICAS GENERALES

La Región Centro Occidental se localiza al Noroeste de Venezuela, con una superficie de 66.900 km²; de los cuales 28.000 km² aproximadamente están ocupados por zonas áridas y semiáridas; correspondiendo a un 42% del total de la región, ubicadas en los estados Lara y Falcón.

EL CLIMA

Precipitación: 400 - 800 mm, con lluvias anuales menores de 400 mm en algunas partes como Paraguaná en Falcón y Bobare en Lara.

Las características de la precipitación es de lluvias de alta intensidad y de escasa duración, siendo bimodal: lluvias en junio y julio, marginal para agricultura y a fin de año (noviembre-diciembre), siendo estos meses los más húmedos, que en algunos casos puede obtenerse un cultivo de ciclo corto en condiciones de secano.

Evaporación: la evaporación está por el orden de los 2.200 mm anuales.

Temperatura: promedio entre 27 y 28 °C.

Balace Hídrico: el balance hídrico para la zona en cuestión es negativo durante todo el año, es decir, que la evapotranspiración potencial es mayor que la precipitación desde enero a diciembre, inclusive, exceptuándose en algunos casos los meses de noviembre-diciembre, por lo que se hace necesario regar casi, sino todo el año (≥ 9 meses); por lo que las demandas de riego son muy altas.

I. INTRODUCCION

El presente trabajo constituye una revisión e interpretación de los diferentes estudios realizados en las zonas áridas y semi-áridas de la Región Centro Occidental, se analizan las disponibilidades de aguas, demandas actuales y prospectivas para los diferentes usos y la potencialidad de las tierras para la producción agrícola.

Los métodos de riego localizado aportan nuevas perspectivas para el uso y economía del agua especialmente en las zonas áridas y semiáridas, que permitirían la incorporación de nuevas tierras al proceso productivo, con los mismos volúmenes utilizados actualmente.

Fue elaborado por personal de la División de Información e Investigación del Ministerio del Ambiente - Zona 3.

9. SCHARGEL, R. 1967. Estudio de Suelos Semidetallado Bobare. Estado Lara. Unidad Hidrográfica III. MOP. Barquisimeto.
10. STREBIN, S. y Pérez, J. 1972. Estudio Agrológico Preliminar Tramo Medio del Río Mitare. Departamento de Edafología. Unidad Hidrográfica III. Barquisimeto. Estado Lara.
11. ZINCK, A. y Suárez C. 1970. Depresión de Quíbor. Estado Lara. Estudio Edafológico y de Clasificación de Tierras con Fines de Riego. Semidetallado. División de Edafología. MOP. Barquisimeto.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. COPLANARH. 1975. Inventario Nacional de Tierras, Regiones: Costa Noroccidental, Centrooccidental y Central. Vol. I. Caracas.
2. División de Planificación y Ordenación del Ambiente. Análisis Prospectivo de la Situación de los Recursos Hidráulicos en la Zona 3 - MARNR - 1980.
3. DUMID, D. y Strebin, S. 1967. Estudio Agrológico y de Clasificación de Tierras con Fines de Riego Valle del Río Tocuyo. MOP. Barquisimeto.
4. FERRER, E. 1980. El Clima en la Región Centro Occidental de Venezuela. FUDECO. Barquisimeto.
5. FUDECO. 1973. Análisis Ambiental de la Región Centro Occidental. Barquisimeto.
6. FUDECO. 1973. II Inventario de Aguas Superficiales de la Región Centro Occidental. Barquisimeto.
7. GONZALEZ, A. y Strebin, S. 1971. Estudio Agrológico y de Clasificación de Tierras con Fines de Riego y Semidetallado de Coro-Quebrada El Cardón. Estado Falcón. Departamento de Edafología.
8. PEREZ, Q. Freddy y Mendoza, S. 1977. Estudio de Suelos Preliminar Valle del Río Pedregal. Estado Falcón. División de Información e Investigación del Ambiente. MARNR. Barquisimeto.

- Las demandas de agua en 10^6 m^3 , para los diferentes usos son las siguientes:

<u>Uso</u>	<u>1980</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>	<u>2010</u>
Urbano	105,6	146,4	200,6	270,0
Industrial	5,4	20,1	39,5	43,9
Agrícola	438,1	575,2	613,3	611,5
TOTALES	549,1	741,7	853,4	925,4

- Los volúmenes totales aprovechables son los siguientes: actual $476 \times 10^6 \text{ m}^3$; factible $815 \times 10^6 \text{ m}^3$ y potencial $1.102 \times 10^6 \text{ m}^3$, estando por debajo de las demandas
- Las demandas de tierra para la agricultura en el estado Lara para 1980 son de 45.280 ha, incrementándose hasta llegar en el año 2010 a 95.023 ha.
- Para cubrir las demandas de tierra con fines agrícolas en el estado Lara, es necesario el desarrollo de las zonas áridas y semiáridas con el empleo de metodologías de riego más eficiente.
- Según estudios realizados, la superficie de tierras regables (Clases 1 a 4) en las zonas áridas y semiáridas son las siguientes:

Estado Lara:	30.093,4 ha
Estado Falcón:	11.167 ha
- Se recomienda el establecimiento de parcelas experimentales en áreas representativas de las zonas áridas y semiáridas para determinar la capacidad productiva de los suelos bajo diferentes sistemas de manejo.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las zonas áridas y semiáridas de la región CentroOccidental ocupan una superficie de 28.000 km² y corresponden al 42% del área total y aproximadamente al 50% de los Estados Lara y Falcón.
- La zona presenta un balance hídrico negativo durante todo el año, siendo posible, solo en algunas partes, la producción de un cultivo de ciclo corto en los meses de noviembre y diciembre.
- En las zonas áridas, la principal cuenca es la del río Tocuyo, con más de 14.800 km², y un rendimiento hídrico de 70.780 m³/km²/año. Consecuencia de su condición de semiaridez y alto grado de intervención.
- El volumen medio anual escurrido, en la cuenca de El Tocuyo es de 1.050 x 10⁶ m³, de los cuales son aprovechados 251 x 10⁶ m³ actualmente, siendo factible el aprovechamiento de 569 x 10⁶ m³ y en forma potencial 718 x 10⁶ m³. Es recomendable la agilización de los proyectos de embalses, en estudio, para mejorar la eficiencia de aprovechamiento; en especial, El Ermitaño, El Bucares y La Agustina.
- En la actualidad se aprovecha el 50% del volumen de recarga de los acuíferos ubicados en la cuenca del río Tocuyo, con fines agrícolas.
- En algunas zonas, el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento, sin embargo, no se tiene un estudio que cuantifique el recurso. Actualmente es aprovechado el 50% del volumen de recarga. Se recomienda un estudio que determine la cantidad y calidad de las aguas subterráneas en las zonas áridas y semiáridas de la región.

Características Generales

Todos los suelos estudiados tienen salinidad, siendo las vegas del río y de la quebrada Agua Viva, constituida por depósitos aluviales recientes, con menos problemas en el contenido de sales. El relieve general es plano (1%).

Vegetación xerófila tupida

Los suelos tienen reacción violenta al HCl (10%)

Texturas (FA) medias, salinidad media

pH ligeramente alcalino

Contenido de materia orgánica: medio

Coro-Quebrada "El Cardón"

Clasificación de Tierras con fines de riego

Clase	Ha	%
1	3.007,0	37,1
2	1.598,0	19,7
3	594,0	7,3
6	<u>2.914,0</u>	<u>35,9</u>
Gran total	8.113,0	100

Area regable = 5.199 ha 64,1%

Características Generales

Suelos profundos de texturas que van de Fa a A, estructura blocosa subangular; algunos suelos presentan reacción al HCl (10%).

El contenido de materia orgánica es bajo, contenidos de fósforo bajos, pH ligeramente alcalino.

Valores de C.E. bajos a altos. CIC de baja a alta.

Contenido de sales: existe una relación directa entre la textura y el grado de acumulación de sales, en los suelos arcillosos la concentración va a ser mayor a aquellos suelos F a Fa donde no hay problemas de salinidad (sales de Ca y Mg y Sulfato de Ca precipitados). No se presentan situaciones críticas de contenidos de sodio.

3.4.180

Clase	Ha	%
2	292	4,68
3	1108	17,73
4	2000	32,01
6	2848	45,58
Total	6248	100%

Total regable = 3.400 ha
52,42 %

Características generales

El problema erosivo es grave en la zona, motivado a la alta intensidad de las escasas lluvias y a la poca cobertura vegetal, además el sobrepastoreo de caprinos y la explotación de madera para estantillos.

La salinidad está presente en mayor o menor grado en todos los suelos de la zona.

Texturas FAa - A

Reacción violenta al HCl 10%

Bajos % de materia orgánica, fósforo y potasio

pH ligeramente alcalino

Tramo Medio del Río Mitare

Clasificación de Tierras con fines de riego.

Clase	Ha	%
2	1598	28,6
3	964	17,3
6	3028	54,1
Gran total	5595,0	100,00
Regables = 2.567 has	45,9%	

Los problemas fundamentales en el área son la escasa disponibilidad de agua para riego.

- Presencia de salinidad y la degradación de las tierras por efectos de erosión.
- Por sus condiciones edáficas, climáticas, la zona es de gran potencial para producción hortícola y de frutales.

Breve descripción de un suelo cultivado en el Río Morere.

Relieve general plano con pendientes del 0,2%.

1- textura franco limosa

Débilmente calcáreo

Bajo contenido de materia orgánica

Infiltración baja 0,18 cm/hora

Suelos profundos, fácil de trabajar

pH = 7,5 - 8

CE x 10⁶ del extracto 1.000 y 3.000

Suelo cultivado en el tramo del Río Tocuyo.

Pendiente 0,3%

Perfil calcáreo

Texturas F-F1 hasta 1 m

Fa - a después de 1 m

pH moderadamente alcalino; CE < 2 mmhos/cm

CO bajo - N bajo; P₂O₅ medio; CIC = moderada

Ca y Mg = muy alto

Infiltración = 0,42 cm/hora

Valle del Río Pedregal

Clasificación de Tierras con Fines de Riego:

Río Tocuyo

Cuadro resumen de áreas por clases de riego Sector Río Tocuyo

Clase 1:	38,12 has	0,46 %
Clase 2:	1714 ,38 has	20,67%
Clase 3:	866,25 has	10,44%
Clase 4:	56,25 has	0,67%
Clase 5:	246 ,25 has	2,97%
Clase 6:	5369,37 has	64,79%
Subtotal	8290,62 has	100 %

Cuadro resumen por clases de riego Sector Río Morere

Clase 1:	302,5 has	8,4%
Clase 2:	631,9 has	17,6%
Clase 3:	415,6 has	11,6%
Clase 4:	226,9 has	6,3%
Clase 5:	205 has	5,7%
Clase 6:	1.760 has	49,0%
Lagunas	50 has	1,4%

Gran total: 11.882,52 has regables = 4.251,9 has
= 35,8 % del total

Regables: 4.251,9: 2.675 ha Sector Río Tocuyo — 62,9 %
1.576,9 ha Sector Río Morere — 37,1%

100 %

Esta costra da como resultado tasas de infiltración baja (< 1 cm/hora).

La erosión constituye un hecho altamente dinámico, la intervención antrópica estimula considerablemente el complejo de condiciones naturales, que por esencia se caracteriza por su alto poder morfogenético.

Cuadro Resumen de la Clasificación de Tierras con Fines de Riego

<u>Clases de Riego</u>	<u>Superficie</u>	<u>%</u>
1	4.402 ha	11,43
2	8.940 ha	23,22
3	6.181 ha	16,06
4	4.305 ha	11,18
5	967 ha	2,51
6	13.702 ha	35,59
TOTAL	38.497 ha	100,00
Total Regable	24.795 ha	64,00

Bobare

Extensión y ubicación

1.130,8 ha, ubicado en el Municipio Alvarado, Distrito Iribarren del estado Lara, al oeste de Bobare, pueblo que se encuentra a 34 km de Barquisimeto por la Carretera Lara - Falcón.

Suelos:

Fueron clasificados en clases de riego:

2 - 139,3 ha; 3 - 907,1 ha y Clase 6: 84,4 ha

El estudio recomienda explotar caña de azúcar y hortalizas.

La mayoría de los suelos tienen poco desarrollo pedogenético, por el clima, casi todos son entisoles (Fluvents) y secundariamente aridisoles (Camborthids principalmente).

Se caracterizan por las propiedades siguientes:

- Alto contenido de materia orgánica
- Alto contenido de carbonatos de Ca y ausencia de descarbonatación
- Estructura laminar en los suelos recientes (Q)
- Disposición secuencial bordeada de los sedimentos
- Intensa pedotubulación heredada y ligada a importante actividad biológica en condiciones de suelo más húmedas.
- La mayoría de los suelos están afectados por salinidad, algunos presentan además de alcalinidad, sales y sodio intercambiable, esto como resultado de las condiciones climáticas y geológicas particulares.
- Formaciones geológicas ricas en sales solubles
- Deposición en ambiente laguno-lacustrino cerrado
- Clima seco

Erosión

En el área las manifestaciones de degradación de suelos por erosión laminar, en surcos y en cárcavas son tan generalizadas como la salinidad.

Factores

- Grandes extensiones de suelos pesados
- Torrencialidad de las lluvias
- Baja cobertura vegetal
- Generalización espacial de una costra de batido como resultado de un pluviotopo de gotas grandes, las cuales pulverizan los agregados, de la alta proporción de limo en la mayoría de los suelos y del bajo recubrimiento vegetal.

Los grandes grupos de suelos que ocurren en este medio, además del Camborthids son: Torrerts, Torrifluents, Torriorthents.

En la región Centro Occidental del país se han realizado estudios de suelos en las principales áreas agrícolas. A continuación se dará una breve descripción de las áreas estudiadas y que se correspondan con suelos de zonas áridas y semiáridas.

Valle de Quíbor

La depresión de Quíbor corresponde a una fosa tectónica, la cual constituye una transición entre el sistema andino y el costanero.

La fosa está rellena por sedimentos detríticos cuaternarios que alcanzan un espesor máximo de 230 m en la cercanía de la ciudad de Quíbor.

Formación de sus suelos

La depresión está constituida por 3 grandes unidades de paisaje:

- Bordura - montañosa
- Piedemonte
- Planicie aluvio-lacustrina ("El Valle" propiamente dicho).

La Planicie

Pendiente: 0,5 - 1%

Existen cuatro facies deposicionales:

- Napas de explayamiento: material predominante franco-arenoso, franco arcillo-arenoso y FA.
- Napas de limo: material predominante: FL - FAL
- Cubetas de desborde: material predominante: AL - A
- Cubetas de decantación: A muy fino (> 60% de 1)

V. RECURSO SUELO

Características Generales

Las zonas áridas y semiáridas de la región Centro Occidental del país se ubican en los Estados Lara y Falcón, totalizando aproximadamente 28.000 km². Las principales áreas planas y de posible desarrollo son las siguientes:

Estado Lara: Depresiones de Carora, Quíbor, Moroturo y Barquisimeto-Duaca; planicie de la cuenca media del río Tocuyo.

Estado Falcón: Península de Paraguaná; Cuencas Bajas de los ríos Mitare-Maticora, Seco, Hueque, El Palmar, Cocuiza, Borojo y Capatárida.

El factor formador de suelo más importante es el clima originando intensa erosión, por las características de las lluvias, las cuales son muy agresivas y la poca cobertura vegetal.

Los procesos formadores de suelo más influyentes son:

- Translocación de carbonatos, yeso y otras sales y las
- Transformaciones de carácter físico como el desarrollo de estructura.

Los suelos se caracterizan por un Horizonte A de escaso espesor y de colores claros, debido a los bajos contenidos de materia orgánica.

El horizonte B de un desarrollo estructural moderado a fuerte y por redistribución de carbonatos, originando horizontes cámbicos y suelos pertenecientes al gran grupo de los Camborthids; en algunos casos se llega a la formación de horizonte cálcico y en menor grado a horizonte sálico.

Dotaciones de agua para riego

La estimación de la dotación de agua para riego se ha hecho en base al mapa de isolíneas de demandas netas de riego media anual, considerando eficiencias de riego de 35 y 50%.

Demandas Netas y Brutas de Riego (mm)

<u>Sector</u>	<u>Lámina Neta</u>	<u>Efic = 50</u>	<u>Efic=35</u>
Baragua	1.100	2.200	3.140
Turbio	500	1.000	1.428
Bucares	1.125	2.250	3.210
Quediches	1.150	2.300	3.286
Diquiva	1.133	2.270	3.240
Valle de Quíbor	780	1.560	2.230
Valle Moroturo	350	700	1.000

Demanda Total de Agua para Fines Agrícolas

En resumen, las demandas de agua con fines agrícolas (10^6 m^3) se muestran en el cuadro siguiente:

<u>Subcuenca</u>	<u>1980</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>	<u>2010</u>
3A1	69,6	106,0	117,4	117,4
3A2	259,9	358,7	385,0	380
3A3	10,0	11,9	15,3	15,5
4B4	98,6	98,6	98,6	98,6
TOTALES	438,1	575,2	613,3	611,5

Demanda de Tierra

Demanda de Tierra para la Agricultura en el Estado Lara.

AÑOS	1980	1990	2000	2010
CULTIVOS				
Piña	6.300	8.300	10.300	12.300
Caña de Azúcar	28.580	37.630	46.840	58.280
Ajo	10	10	10	20
Papa	2.400	3.550	4.420	5.260
Cebolla	850	1.150	1.430	1.700
Pimentón	300	470	580	690
Tomate	2.510	4.930	6.130	7.300
Caraota	3.060	4.680	5.820	6.930
Cambur	1.100	1.450	1.800	2.150
Lechuga	1,63	2,13	2,63	3,13
Remolacha	20	30	40	50
Repollo	150	210	290	340
TOTAL	45.281	62.412	77.662	95.023

Demandas de agua para Uso Urbano (10^6 m^3)

<u>Ciudad</u>	<u>Años</u>			
	<u>1980</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>	<u>2010</u>
Carora	9,8	13,3	17,5	22,9
Quíbor, Sanare El Tocuyo	11,1	14,2	17,9	22,8
Siquisique	5,1	6,3	7,7	9,4
Barquisimeto y alrededores	79,6	112,6	157,5	214,9

2. DEMANDA INDUSTRIAL

Las demandas de agua por parte de la industria, en las principales ciudades de la región son las siguientes (10^6 m^3):

<u>Ciudad</u>	<u>Años</u>			
	<u>1980</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>	<u>2010</u>
Barquisimeto y alrededores (4B4)	5,11	19,4	37,4	42,1
Carora (3A1)	0,26	0,56	0,91	1,48
Quíbor-El Tocuyo (3A2)	0,03	0,06	0,10	0,16
Siquisique (3A3)		0,10	0,15	0,20
TOTALES	5,40	20,12	39,56	43,94

3. DEMANDA AGRICOLA

Las demandas de agua para la agricultura han sido determinadas basadas en la contribución regional a la producción nacional.

El 50% del volumen de recarga es aprovechable.

De los acuíferos de la zona, el más conocido es el del Valle de Qufbor, estimándose que la recarga natural oscila en $25 \times 10^6 \text{ m}^3$ y el volumen extraído anualmente sobrepasa los $30 \times 10^6 \text{ m}^3$, ocasionando un descenso de los niveles de 2,5 a 3 m por año.

3. VOLÚMENES TOTALES APROVECHABLES

Con la inclusión de las aguas subterráneas, los volúmenes totales aprovechables se incrementan en forma sustancial.

Subcuenca	Volúmenes Aprovechables 10^6 m^3		
	Actual	Factible	Potencial
3A1	79	330	450
3A2	381	326	455
3A3	16	159	197
TOTALES	476	815	1.102

IV. DEMANDAS DE AGUA, ACTUALES Y PROSPECTIVAS

1. DEMANDA URBANA

Comprende el uso doméstico, municipal, industrial y el comercial, Las dotaciones estimadas para las principales poblaciones son las siguientes:

USO	AÑOS			
	<u>1980</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>	<u>2010</u>
Doméstico	160	175	195	205
Comercial	55	65	75	85
Industrial	25	35	45	55
Municipal	20	30	40	50

Embalse Atarigua (construido)

Se prevé aumentar el área de riego de 3.000 a 6.000 ha.

Subcuenca 3A3

Embalse El Zamuro (construido)

Su propósito original fue abastecimiento a la población de Bobare, riego y control de inundaciones. Del total de área regable (400-500 ha), actualmente se riegan de 20 - 30 ha, debido a problemas de filtraciones en el vaso de la represa.

Embalse Mapará (construido)

Su propósito abastecer a las poblaciones de Churuguara, Mapará y caseríos vecinos. Actualmente sus márgenes son explotados con fines agropecuarios.

Embalse La Agustina (preliminar)

Su propósito proporcionar agua para riego de 1.400 ha en el Valle de Moroturo, preferentemente las sierras planas de la zona sur-oeste del valle.

2. AGUAS SUBTERRANEAS

En extensas áreas de la región el agua subterránea se utiliza como la principal fuente de agua para la agricultura y abastecimiento de ciertas poblaciones. Sin embargo, a pesar de su importancia no se ha elaborado una investigación que cuantifique y localice los acuíferos.

Los volúmenes aprovechables y volúmenes de recarga en la cuenca del Tocuyo son los siguientes:

Subcuenca	Volumen Recarga (10^6 m^3)	Volumen aprovechable 10^6 m^3
3A1	607	300
3A2	44	22
3A3	89	44

Posibilidades Físicas de Aprovechamiento

Las condiciones climáticas de la región originan un cuadro de ríos que en época de verano la mayoría de ellos se secan y en época de invierno algunos se desbordan sobre sus cauces naturales ocasionando graves daños.

Algunos de estos ríos pueden ser regulados mediante la construcción de embalses de aprovechamiento, los cuales utilizan su capacidad amortiguadora en época de crecientes y luego suministran agua en sequía.

Subcuenca 3A1

Embalse Los Quediches (Construido)

Su propósito es abastecer a la ciudad de Carora, con una toma con capacidad de $3,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$, se estima que podrá suministrar a Carora 500 l/s.

Embalse El Ermitaño (Preliminar)

Para riego de 1700 ha, sin bombeo en la mayoría de los casos,

Embalse Bucares (Preliminar)

Riego de 4.000 ha aproximadamente

Pequeños Embalses

Puricaure: riega 1.000 ha aproximadamente

Papelón: riega 100 ha de caña

Subcuenca 3A2

Embalse Dos Cerritos (Construido)

Su propósito es abastecer a la ciudad de Barquisimeto, zona de influencia y Quíbor; además riego de 4.500 ha. En la actualidad, suministra 2.000 l/s a Barquisimeto, 120 l/s al Tocuyo, 70 l/s a Quíbor, 30 l/s a Bobare. Se aumentará a 3.500 l/s para Barquisimeto.

total escurrido, estimado por el conocimiento que se tenga del país o correlación con otras cuencas similares ya conocidas.

Los volúmenes aprovechables de agua superficial se muestran en el cuadro siguiente:

Subcuenca	Disponibilidad	Volúmenes aprovechables 10^6 m^3		
		Actual	Factible	Potencial
3A1	357,4	51	125	150
3A2	478,8	291	311	415
3A3	214,0	9,1	133,1	153,6
TOTALES	1.050,2	251,1	569,1	718,6

Del cuadro anterior se deduce que en la subcuenca 3A1 se está aprovechando el 34% del volumen potencial. El aprovechamiento es ejercido por pequeñas presas como Puricaure, Papelón, Santa Rosa, La Libertad y la presa Los Quediches, que dará agua a la ciudad de Carora. Se podría aumentar el suministro de agua, regulando los caudales de los ríos Placer, Bucares y Ermitaño.

El volumen aprovechable en la subcuenca 3A2 se encuentra regulado en un 70% mediante los embalses Dos Cerritos y Atarigua, ambos sobre el río Tocuyo.

Existen varios sitios de embalses que hacen factible un aprovechamiento cercano al 90% del volumen potencial. Varios de estos embalses sirven de recarga a acuíferos de zonas agrícolas en producción,

En la subcuenca 3A3 los aportes de agua son deficitarios, en contraposición a la existencia de suelos de excelente calidad. Están en estudio los embalses Limonal, Moroturo y La Agustina que regularían el 57% del volumen potencial de la subcuenca.

Subcuenca	Area Km ²	Lámina media anual escurrida (mm)	Volumen medio anual escurrido (10 ⁶ m ³)
3A1 Ríos Diquiva, Caside- Quediches - Bucares - Morere	4.400	80,5	357,4
3A2 Ríos Tocuyo - Sanre- Curarigua - Quebradas Las Raíces, Guardia Vieja	3.807	125,8	478,8
3A3 Rfo Tocuyo - Urama- Uriche - Tuy Urucure- Baragua- Quebradas Huso-Limonal-Matater- Churuguara-Bobare y La Fundación	6.590	32,5	214,0
TOTALES	14.837	70,8	1.050,2

Volúmenes aprovechables

Las disponibilidades están definidas por el volumen escurrido, el volumen aprovechable potencial, el volumen aprovechable factible y el volumen aprovechable actual.

- Volumen aprovechable actual: parte del volumen total escurrido aprovechado mediante embalses, obras físicas construidas y en operación o en construcción.
- Volumen aprovechable factible: la parte del volumen total escurrido calculado de acuerdo con las posibilidades físicas de aprovechamiento e inventariadas en base a estudios y de acuerdo con el escurrimiento anual estimado.

Volumen aprovechable potencial o disponible: la parte del volumen

III. DISPONIBILIDADES DE AGUAS Y VOLUMENES APROVECHADOS EN LA CUENCA DEL RIO TOCUYO

En vista de que más del 95 % de las zonas áridas y semiáridas del Estado Lara corresponden a la cuenca del río Tocuyo, se analizará, en el presente trabajo, las disponibilidades de agua y volúmenes aprovechados en la cuenca de dicho río.

I. AGUAS SUPERFICIALES

Escurrimiento total

La estimación de rendimiento anual y mensual de las cuencas hidrográficas se realizó mediante el uso de mapas de isolíneas de escorrimento. Se confrontó la información obtenida con los estudios del régimen de descargas mensuales de los cursos de agua que lo tuviesen.

El escorrimento total de la región comprendida por los Estados Lara, Yaracuy y la parte sur de los Distritos Silva y Federación del Estado Falcón es de $4.465.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ para 30.813 km^2 de cuenca tributaria. El escorrimento de la cuenca del río Tocuyo representa el 23% del total regional, siendo los mayores aportes los de los ríos Morere, Sanare, Curarigua, Quebrada Las Raíces, Guardia Vieja y Río Tocuyo.

El rendimiento hídrico de esta subregión es de $70.782 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{año}$. Lo reducido de este valor es una consecuencia directa tanto de la condición de semiaridez, predominante en la mayor parte de la cuenca, como al alto grado de intervención de la misma.

La mayoría de los ríos y afluentes se secan completamente con excepción de El Tocuyo y Curarigua.

Los volúmenes de escorrimento medio anual de la Cuenca del río Tocuyo se muestran en el cuadro siguiente:

SITUAÇÃO ATUAL DA IRRIGAÇÃO POR
GOTEJAMENTO NO BRASIL (JUNHO-81)

Demetrios Christofidis (*)

(*) Eng^o Civil - Assessor do Núcleo de Irrigação - Ministério do Interior e Professor Colaborador da Universidade de Brasília.

1. EVOLUÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO BRASIL

1.1 - PLANEJAMENTO DO DESENVOLVIMENTO E IRRIGAÇÃO

Em setembro de 1979, foi dado a conhecer o Terceiro Plano Nacional de Desenvolvimento do Brasil para o período 1980-85. Sua estratégia básica tem em vista a manutenção do rápido crescimento econômico, no contexto geral da política de maximizar a taxa de crescimento do emprego, reduzir as disparidades decorrentes da distribuição da renda regional e pessoal e aliviar as pressões impostas pelo desequilíbrio do balanço de pagamentos. O Plano, apoiando esta estratégia dirige suas ações prioritárias aos setores da agricultura e da energia. No que tange a agricultura, os objetivos incluem o aumento da renda e da produtividade do setor rural, por meio da utilização mais eficiente da terra, da expansão das facilidades de crédito para os pequenos agricultores e da melhoria da infraestrutura de armazenamento e comercialização, além de uma série de medidas de créditos e incentivos que visam estimular o crescimento da exportação de produtos agrícolas e industrializados.

Em consonância com os objetivos do III PND, está sendo elaborado pelo MINISTÉRIO DO INTERIOR DO BRASIL, o I Plano Nacional de Irrigação - PNI, que apresenta as grandes linhas de ação do Governo para o setor de irrigação envolvendo todo o país e contém a programação para cada uma das cinco regiões brasileiras 1/ e que tem como suporte institucional básico as Superintendências de Desenvolvimento Regional, os órgãos executores de projetos de irrigação, assim como os estados.

1.2 - ESTRUTURA FUNDIÁRIA

A principal característica da estrutura agrária brasileira é o elevado grau de concentração da propriedade conforme se vê de se visto no quadro a seguir:

1/ O Brasil compõe-se das regiões: Norte, Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul.

NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS E ÁREA TOTAL

Fonte 2

Classes (hectares)	Número de Estabelecimentos (mil unidades)			Área Total (mil hectares)		
	1960	1970	1975	1960	1970	1975
menos de 10	1.495,0	2.519,6	2.601,9	5.952,4	9.083,5	8.982,6
10 a 100	1.491,4	1.934,4	1.898,9	47.566,3	60.069,7	60.171,6
100 a 1000	314,8	414,7	446,2	86.029,4	108.742,7	115.923,0
1000 a 10000	30,8	35,4	39,6	71.420,9	80.059,1	89.866,9
10000 e mais	1,6	1,4	1,8	38.893,1	36.190,4	48.951,8
TOTAL *	3.337,7	4.924,0	4.988,4	249.862,1	294.145,4	328.884,3

* Inclui estabelecimentos sem declaração

Uma característica marcante da agricultura brasileira é de que mais de 80% da produção de alimentos básicos e de matérias-primas são provenientes de pequenas propriedades cujo tamanho é predominantemente familiar, que utilizam percentual de crédito rural em torno de 20%, ficando com os grandes proprietários a parcela de produção agrícola de 20%, e a utilização da maior parcela (80%) do crédito rural.

Esta situação agrava-se com a existência no País (1978) de 2,5 milhões de famílias, além dos bóias-frias, que residem em imóveis rurais e não tem terra.

O governo através das ações de suas diversas instituições tem procurado alterar estas características, com a implantação de polos de desenvolvimento e áreas de colonização junto às grandes rodovias, além de criar melhores condições de utilização do crédito rural aos pequenos agricultores, com a retirada de uma série de exigências para financiamentos de pequenos projetos, o que fatalmente causará uma maior velocidade de introdução e filiação às novas técnicas de agricultura irrigada.

1.3 - POLÍTICA E ESTRATÉGIA DO PLANO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO

No Plano Nacional de Irrigação são enfocados diversos aspectos da Política de Irrigação, entre os quais citamos:

- inovação tecnológica própria sem sofisticação;
- incremento da produtividade através de tecnologias adequadas, de forma a tornar possível o lucro sobre capital investido em áreas irrigadas;
- criação de estímulo ao aperfeiçoamento de capacidade empresarial, pública ou privada;
- dar prioridade aos projetos de irrigação para pequenos produtores rurais;
- ampliar a fronteira agrícola com projetos de pequena irrigação com a maior participação do setor privado, sendo necessário a manutenção e o fortalecimento dos mecanismos governamentais existentes.

A estratégia para chegar-se aos objetivos finais propostos, visa estimular a participação da atividade privada nos serviços de apoio a produção e na agroindústria, a difusão das informações tecnológicas já existentes no País, a participação efetiva dos agricultores no processo de desenvolvimento da agricultura irrigada e a coordenação dos órgãos executores, evitando-se a duplicação de esforços e desperdício de recursos. Ao mesmo tempo objetiva concretizar as aspirações do III PND, no sentido de reduzir as desigualdades sociais e diminuição dos desequilíbrios regionais.

Com base no exposto nos itens anteriores, temos uma faixa de atuação, em pequenas áreas, que deverão pouco a pouco, passar às mãos dos agricultores sem terra e estes incorporando paulatinamente novas técnicas às suas propriedades visando uma maior produtividade à cata de condições de competitividade e maior lucratividade. Com isso surge, especialmente em áreas próximas aos mercados consumidores, a irrigação por gotejamento como alternativa válida para suprir os períodos de entressafras e apresentando uma melhoria dos produtos, alcançando-se lucratividade mesmo em pequenas propriedades, conforme poderá ser visto nos itens a seguir.

1.4 - EVOLUÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO BRASIL

Muitos alegarão que sendo o Brasil um país rico em recursos hídricos, não necessita, na atual fase, preocupar-se em

utilizar métodos de irrigação que visem obter uma redução do volume de água a aplicar 1/.

Torna-se importante frizar que, grande parte (cerca de 63%), do total de estabelecimentos com menos de 10 hectares, localiza-se na região Nordeste, na qual há deficiência de água (a precipitação anual situa-se entre 400 e 800mm irregularmente distribuída), além de ocorrer elevado regime de evapotranspiração, e de apresentar em parte da área, problemas no tocante a drenagem.

Por outro lado, mesmo nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, com médias anuais de precipitação elevadas, há uma distribuição muito desigual ao longo do espaço e do ano e as maiores vantagens são as irregularidades através dos anos, o que aliado a um bom mercado consumidor (Região Sudeste possui acima de 43% da população brasileira e 11% da área total do País), leva a exigir melhores produtos e uma uniformidade de oferta durante todo o ano, fazendo com que haja rentabilidade em investir em irrigação.

A área total irrigada no país em 1980, situava-se na casa dos 1,1 milhões de hectares, sendo os métodos de irrigação por inundação, infiltração (sulcos) e aspersão os mais usuais. No Brasil o método de irrigação por gotejamento introduziu-se a partir de 1975, em sistemas de pesquisa de culturas de frutas de clima temperado e de olericulturas.

Nos primeiros anos (1975/76/77), pouco evoluiu a área irrigada por gotejamento em função do desconhecimento não só do sistema, como de parâmetros que permitissem calcular a viabilidade técnica e econômica do investimento.

Nesta fase as pesquisas realizadas tiveram grande valia na promoção do método, mostrando as vantagens comparativas, em diversas reuniões técnicas, congressos, seminários, simpósios, etc., além de variada publicação de artigos sobre o assunto, fazendo com

1/ Segundo a fonte bibliográfica (3), o Brasil possui em grandes números, cerca de 12% da água doce do mundo, enquanto ocupa uma superfície do globo equivalente a 6%, tendo portanto excesso em relação a outras regiões.

que haja adesão de cada vez mais agricultores, especialmente os de pequenas áreas familiares, que se situam próximos aos centros consumidores, e que vislumbram nas técnicas associadas ao gotejamento - (uso da fértil-irrigação, defensivos e da própria água), não só como fator de produção, mas também de antecipação de colheitas e melhoria da qualidade dos frutos.

A partir de 1978, a indústria evoluiu seus equipamentos e com maior conhecimento da técnica e resultados, foram-se incorporando mais áreas especialmente na região SUDESTE, onde se apresenta a introdução desta técnica objetivando a escala comercial.

Tomando por base as informações obtidas junto às indústrias fabricantes de equipamentos para irrigação por gotejamento, o material fornecido até dezembro de 1980 permite afirmar que a área implantada para irrigação por gotejamento no Brasil até a referida data, é da ordem de 1500 ha, estimando-se um acréscimo de 1210 ha em 1981 e prevendo-se para o ano de 1982 a incorporação de mais 2700 ha. A evolução anual da área irrigada pelo referido método apresenta-se no quadro a seguir:

EVOLUÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO BRASIL

Ano	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Área (hectares)	140	205	315	320	495	1210*	2700 ⁺
Área Acumulada (hectares)	-	345	660	980	1475	2685	5385

* Estimativa com base no equipamento vendido até maio de 1981.

+ Estimativa com base nas consultas do início de 1981 e projetos em andamento.

Como empreendimento mais representativo, surge mais recentemente (1980/81), a instalação na região Sudeste, mais precisamente em área da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) - Projeto PIRAPORA - MINAS GERAIS, o maior conjunto de irrigação por gotejamento da América do Sul, na qual a Cooperativa Agrícola Cotia, tem implantado o projeto com as seguintes características:

Área total	263 ha <u>1/</u>
Culturas	manga, mamão e uva
Vazão	1124 m ³ /hora
Filtros de areia e tela	62 unidades
Injetores de fertilizantes	22 unidades
Tubulações de 1/2"	600 km
Tubulações diversas	138 km

Na referida área, a única cultura irrigada por gotejamento, já em produção é a do mamão hawai, que apresentou uma produtividade em 1980 (primeira safra), 4 caixas por planta (23.800 kg/ha), a meta é dobrar a produção passando a 8 caixas/planta, sendo-se conhecido da existência de áreas que chegaram a produzir até cerca de 12 caixas por planta, ou seja, o triplo da produção daquele ano.

As culturas de manga e uva já estão plantadas, em fase de crescimento, portanto sem produção.

A área total a irrigar por gotejamento no citado perímetro será de cerca de 800 ha, devendo ser implantados cerca de 150 ha/ano, sendo a economia de água um dos fatores que tornam necessária a adoção do método por gotejamento, já que o sistema apresenta capacidade menor que o total necessário para irrigar por outros métodos, menos eficientes.

1/ Esta área (263 ha), deverá ter equipamento instalado até julho/81, entretanto, há previsão de até o final do ano atingir-se cerca de 370 hectares, introduzindo-se também a cultura de pinha.

2. PRINCIPAIS CULTIVOS IRRIGADOS POR GOTEJAMENTO

2.1 - RELAÇÃO DOS PRODUTOS DESENVOLVIDOS NO BRASIL

A utilização do método em escala comercial especialmente para fruticultura, tem-se verificado principalmente na região SUDESTE brasileira. Aliando-se a este tipo de exploração, há os trabalhos de pesquisa realizados no País, que envolvem além de fruteiras, culturas para fins industriais, oleícolas e plantas ornamentais, conforme a relação abaixo:

- abacaxí	- couve-flor	- melancia
- abobrinha	- feijão	- melão
- alface	- figo	- milho
- alho	- flores	- morango
- ameixa	- fumo	- nectarina
- banana	- goiaba	- pepino
- baunilha	- graviola	- pera
- beringela	- laranja	- pêssego
- cacau	- limão	- pimentão
- café	- maçã	- pinha
- cana-de-açúcar	- mamão	- plantas ornamentais
- chuchu	- manga	- tomate
- coco	- maracujá	- uva

2.2 - RENDIMENTOS OBSERVADOS

Os rendimentos verificados variam bastante de uma região a outra e de experimento a experimento, tendo em vista o tratamento diferenciado dado às diversas variáveis que influem nos resultados, especialmente por parte dos agricultores.

São necessários mais anos de observação criteriosa com base num programa geral de pesquisa de coleta de dados, para obter-se conclusões mais sólidas acerca das vantagens do método. Podendo-se, entretanto, nesta fase inicial, basear-se nos diversos dados, documentos e trabalhos apresentados por agricultores, técnicos e pesquisadores para apresentar alguns rendimentos obtidos em culturas irrigadas por gotejamento, comparados com aqueles observados com a aplicação de outros métodos de irrigação e com culturas sem irrigação.

Desta forma temos para as regiões:

REGIÃO NORDESTE

Na região Nordeste há uma promoção de desenvolvimento criada em 1978, denominada "Subprograma de Conservação de Água e Sistema de Irrigação", na qual estão envolvidos os órgãos; Superintendência de Desenvolvimento Regional - SUDENE e o Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. (18)

A referida programação envolve exploração agrícola irrigada em pequenas propriedades (2 hectares), através da utilização de quatro modelos de exploração.

Os modelos implantados permitiram a obtenção dos seguintes resultados comparativos.

CULTURA	MODELO	RENDIMENTO toneladas/hectare
Abacaxí	Aspersão com ramais móveis	40
	Irrigação Localizada <u>1/</u>	35
	Gotejamento	45
Banana	Aspersão com ramais móveis	15
	Gotejamento	25
Melão	Irrigação Localizada <u>1/</u>	15
	Gotejamento	25

Na mesma região há trabalhos apresentados que permitem situar-nos com relação ao assunto:

- COELHO, OLLITA E ARAÚJO (19), estudando a cultura de melão no estado de PERNAMBUCO (Petrolina) sob certas condições de frequência e fator de evaporação verificam uma produção de frutos por gotejamen

1/ Irrigação localizada ou XIQUE-XIQUE, funciona a baixa pressão, tratando-se de tubulação de polietileno com furos e externamente a esses furos uma luva de proteção para evitar o jato erosivo.

to superior a irrigação por sulcos em 38,2 e 51,4%.

- COELHO e CORDEIRO (12), em trabalho realizado em PERNAMBUCO (Petrolina), obtiveram para a cultura de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), uma produção maior pelo método de gotejamento sobre o de sulcos, em até 27%.

- OLLITA, ABREU e MARCHETTI (14), em estudo comparativo com cultura de melão, realizado em PERNAMBUCO (Petrolina), onde se aplicaram tratamentos irrigados de gotejo e sulcos, obtiveram respectivamente produções de 11.846 e 7.941 kg/ha, apresentando uma diferença de 49%.

- SANTOS, COSTA E SANTOS (17), obtiveram através de gotejamento em citrus (experimento realizado em PERNAMBUCO - Salgueiro), rendimento maior tanto em peso, quanto em número, ao irrigado por inundação, apresentando os seguintes resultados:

ESPECIFICAÇÃO	MÉTODO DE IRRIGAÇÃO		%
	GOTEJO	INUNDAÇÃO	
Água aplicada (cm)	111,2	333,6	67
Produção cento/ha	5027	2742	83
Produção kg/ha	62837	31990	96

REGIÃO SUDESTE

- OLITTA, SAMPAIO e BRABIN (15), em estudo com a cultura do figo no estado de SÃO PAULO (Piracicaba), encontraram para os fatores de evaporação e frequência adotados, aumentos de 19,4% no peso dos frutos e 14,6% no número de frutos por hectare, em comparação com a cultura sem irrigação. Na mesma área comparando-se diversos espaçamentos em cultivares de alho (20), verificou-se que o cultivar LAVINIA, pode apresentar um acréscimo de até 89% na produção e tamanho do bulbo quando irrigado por gotejamento em relação à aspersão (em espaçamentos distintos), ou 67% (sob o mesmo espaçamento).

- SCARDUA e SOUZA (10), em experimento realizado no estado de SÃO

PAULO (Araras), obtiveram sob certo tratamento um aumento de produtividade em cana-de-açúcar irrigada por gotejamento de 32,84 ton/cana/ha e 4,85 ton/açúcar/ha em relação a culturas não irrigadas.

- TULLER (16), testando o método de gotejamento em cana-de-açúcar no estado do RIO DE JANEIRO, sob certos espaçamentos, indicaram um acréscimo em relação à cultura de sequeiro, de 63,3% a mais de cana e 54% a mais de açúcar.

3. CUSTO ATUAL ESTIMADO

3.1 - CUSTO DE EQUIPAMENTO

O custo atual estimado para sistemas de irrigação por gotejamento em culturas com espaçamento médio situa-se em torno de 2 mil dólares por hectare, custo esse que envolve, os materiais necessários (filtros e tubulação com gotejadores), e orientação de montagem, porém sem considerar o sistema de captação e bombeamento.

3.2 - CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Não há valores bem definidos, quanto a gastos anuais para operação e conservação do equipamento. A maioria dos técnicos e agricultores solicitados, disseram que seu custo era baixo, sem ter entretanto, fornecido elementos que permitissem situar-nos em uma faixa de valores.

A grande dúvida existente na definição desta grandeza, decorre das diversas melhorias que vêm sendo introduzidas pelos técnicos de campo e agricultores nos seus sistemas de gotejamento, alterando os parâmetros que influem nos custos, procurando cada vez mais reduzi-los.

4. PRINCIPAIS ENTRAVES AO DESENVOLVIMENTO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Os principais problemas que afetam a uma maior implantação de sistemas de irrigação por gotejamento no BRASIL, são:

- Alto custo inicial.
- Não existência de recursos para financiamento em mon
tante compatível com a procura dos agricultores.
- Demora na aprovação dos projetos e liberação de fi
nanciamento por parte dos bancos.
- Despreparo do agricultor.

5. PERSPECTIVAS DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Verificamos que os diversos profissionais que lidam com o método de irrigação por gotejamento, apresentam-se otimis
tas, realçando a economia de água e de mão-de-obra de operação e con
servação, sobre os demais sistemas.

A evolução da área irrigada, indicada no quadro do item 1.4, leva-nos a crer que esta tendência persistirá, e que pode
rã até sofrer uma melhoria, caso haja incentivo através de financia
mentos e recursos em quantidade compatível com a procura.

6. BIBLIOGRAFIA

- 1.- BRASIL-INCRA.- Plano Regional de Reforma Agrária e Colonizaçãõ do Nordeste. Brasília, 1972.
- 2.- FIBGE-CENSOS ECONÔMICOS (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1975.
- 3.- LINSLEY e FRANZINI.- Engenharia de Recursos Hídricos. Editora MacGraw Hill do Brasil, 1978.
- 4.- III PLANO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO - 1980/1985.
- 5.- BID.- Progresso Sócio-ecoômico na América Latina, 1979.
- 6.- II Plano de Desenvolvimento da Amazônia. MINTER-SUDAM, 1976.
- 7.- FIBGE-GEOGRAFIA DO BARSIL (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1977.
- 8.- OLITTA, Antonio Fernando Lordelo.- Os Métodos de Irrigação. Livraria Nobel S.A., São Paulo, 1977.
- 9.- CAIXETA, José Tarciso; CASALI, V.W.D; BERNARDO, Salasier e OLIVEIRA, L.F.- Efeito da Lâmina de água e freqüência de irrigação por gotejamento na cultura de pimentão. Produção de frutos maduros/produção de sementes. III Seminario Latinoamericano de Riego por Goteo, Campinas -Brasil, 1979.
- 10.- SCARDUA, Rubens e SOUZA, J.A.G.C.- Comportamento da cultura de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento. Brasil Açucareiro, Março 76.
- 11.- CALLEGAR, Geraldo Magela e COELHO, M.B.- Algumas considerações econômicas dos métodos de irrigação por gotejo e por sulco na cultura do melão. Convênio EMBRAPA/CODEVASF, 1978.
- 12.- COELHO, Maurício Bernardes; CORDEIRO, G.G.- Comparação dos métodos de irrigação por sulco e gotejamento em maracujã no Vale do São Francisco. Convênio EMBRAPA/CODEVASF, 1978.

- 13.- FILHO, Francisco Lopes; COELHO, M.B. e FERREIRA, J.C.- Produção de sementes de melão sob irrigação por sulco e gotejamento no Vale do São Francisco. Convênio EMBRAPA/CODEVASF, 1978.
- 14.- OLITTA, Antonio Fernando Lordelb; ABREU, T.A. de e MARCHETTI, D.A.B.- Estudo Comparativo dos Métodos de Irrigação por Sulcos e Gotejo na Cultura do Melão. O Solo.- São Paulo, Piracicaba, 1978.
- 15.- OLITTA, Antonio Fernando Lordelo; SAMPAIO, V.R. e BRABIN, D. Estudo da lâmina e frequência da irrigação por gotejo na cultura do figo.- III Seminario Latinoamericano de Riego por Goteo.- Campinas, Brasil, 1979.
- 16.- TULER, Valentin.- Irrigação por gotejamento em cana-de-açúcar com 3 espaçamentos diferentes. III Seminario Latinoamericano de Riego por Goteo.- Campinas, Brasil, 1979.
- 17.- SANTOS, Ebis Dias; COSTA, D.F. e SANTOS, R.B.- Dados Preliminares de Produção de Citrus Irrigado por Gotejo e Inundação.- III Seminario Latinoamericano de Riego por Goteo.- Campinas, Brasil, 1979.
- 18.- SUBPROGRAMA - Conservação da Água e Sistemas de Irrigação .- MINTER/SUDENE/CNPq, 1981.
- 19.- COELHO, Maurício Bernardes; OLITTA, A.F.L. e ARAÚJO, J.P. - Influência dos métodos de irrigação por sulcos e gotejo na cultura do melão.- IV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem - ABID - Salvador, 1978.
- 20.- CARRIJO, O.A.- Manejo da irrigação por gotejamento em duas cultivares de alho.- Piracicaba, São Paulo, 1980. (Te se de mestrado).

HISTORIA DEL RIEGO POR GOTÉO EN MEXICO

HISTORIA DE RIEGO POR GOTEO EN MEXICO

Vicente LEE RODRIGUEZ	1
Francisco MOJARRO DAVILA	2
Federico VEGA SOTELO	3
S. Felipe MENDOZA MORENO	4

INTRODUCCION

En 1962 se constituyó la primera Compañía de Riego por Goteo en México, y la primera instalación de este sistema fue en 1969. Para 1970 había 176 ha. instaladas, una gran parte de las piezas utilizadas en los equipos fueron de importación y el resto productos para uso industrial y/o doméstico, existían en el país tres técnicos probando los equipos y observando sus posibilidades. La totalidad de la inversión de estos equipos se financió con fondos de la Banca Oficial. La tecnología y control de calidad no se habían evaluado y -- cualquier persona fabricaba su gotero. En resumen en esta época se quería saber si era posible regar con riego por goteo y no se reflexionaba sobre as--pectos importantes como sociales, económicos y de productividad, ni tampoco se definía el campo de aplicación, lo que impidió la fijación de los límites de crecimiento para la introducción de tecnología.

-
- 1 Ph. D. Director del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR)
 - 2 Ing. Agr. M.C. Subdirector del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR)
 - 3 Ing. Agr. Investigador del Departamento de Riego a Presión del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR)
 - 4 Ing. Agr. Investigador del Departamento de Riego a Presión del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR)

En 1972 se instaló la primera fábrica y en 1980 existían dos fábricas que producen totalmente las piezas que componen un equipo de riego por goteo con igual o mejor calidad que en los países donde se originó esta tecnología, lo que asegura al agricultor el abasto de los insumos así como la competencia entre proveedores. Para este año se habían instalado 9,717 ha. con riego por goteo en diferentes frutales. El 83% de estas instalaciones fueron realizadas con recursos de la Iniciativa Privada.

En 1972 se creó el Centro Piloto sobre riego por goteo y en 1975 se convirtió en el Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR), el cual en 1978 publicó el manual de Diseño de Sistemas de Riego por Goteo que incluye las técnicas de evaluación (Boletín N° 4), en 1981 en Saltillo, Coah. el CENAMAR dictó y publicó las políticas de aplicación del riego por goteo, así como fijó los límites de crecimiento para la introducción de tecnología y en este foro Latinoamericano se presentan dos trabajos sobre operación y diseño agronómico y un método de diseño para investigación en riego por goteo y se estimó que para este mismo año, 1,270 técnicos a nivel medio superior recibieron por parte de CENAMAR, cursos de actualización sobre técnicas de instalación, operación, mantenimiento y evaluación en equipos de riego por goteo, con una duración mínima de 10 días con lo que se supone el país cuenta con la formación de los cuadros técnicos.

Es así que en el transcurso de estos diez años se han observado un sin número de problemas de operación del equipo y, como respuesta a ellos, se ha dado un esfuerzo grande por parte de instituciones de investigación y fabricantes para resolverlas; así como una preocupación por introducir variables sociales y económicas para la solución técnica en el campo de aplicación y la fijación de límites del crecimiento del riego por goteo en México.

USO POTENCIAL DEL RIEGO POR GOTEO EN MEXICO.

En México se tienen 9,717 ha. de riego por goteo, de las cuales el -- 63.7% están en vid, el 35.8% en otros frutales y el 0.5% en hortalizas e invernaderos. Estas instalaciones se encuentran localizadas dentro de las zonas áridas y semiáridas y se puede concluir que la decisión de implantarlas fue por el ahorro de agua que proporcionan, ya que en 1976 se estimó la explotación del acuífero en 12,500'000,000 m³ anuales con los que se regarían 1'250,000 ha. aplicando una lámina de riego de un metro.

En 1977 se tenían implantadas 915,698 ha. en frutales con un valor de la producción de 19,824'940,000; con 349,561 ha. (38.2%) bajo riego y - -- 566,137 ha. (61.8%) de explotación en condiciones de temporal de este total 204,777 ha. (22.4%) se localizaron en zonas áridas y semiáridas y 710,921 - ha. (77.6% en zonas costeras y húmedas.

Del análisis de estas cifras se concluye que la explotación de frutales en México se realiza aprovechando las zonas ecológicas que proporcionan la obtención de producciones con un mínimo de riesgo, esfuerzo e inversión.

El riego por goteo se ha implantado en zonas áridas y semiáridas ante la necesidad de los agricultores de hacer un uso más racional de los acuíferos con el fin de incrementar la superficie cultivada o mantener las áreas en explotación. Cuando el usuario de las zonas costeras y húmedas analice las bondades de ahorro de mano de obra en riego y fertilización, adaptará el sistema de riego por goteo, ya que estas actividades económicas tienen tiempos de amortización sin riego de 5 a 10 años. Al aplicar el riego - por goteo, cuyo costo oscila entre \$ 18,000/ha. para nogal, aguacate o man-

go y \$ 39,000/ha. para manzano, durazno y cítricos, se paga el equipo en el mismo lapso de recuperación por concepto de ahorro en mano de obra.

Otra bondad del riego por goteo que no se ha probado son los incrementos de producción. El cuadro 1 muestra un resumen de los resultados experimentales obtenidos en hortalizas y frutales, en el país.

Del análisis de este cuadro se concluye que el riego por goteo propicia incrementos de producción al trabajar con hortalizas, pero no hay consistencia en los resultados. En frutales se obtiene una mejor administración de la fuente de abastecimiento, pero no se obtienen los incrementos que se observan en hortaliza.

Estos resultados siembran la incertidumbre en los agricultores, pero la causa es la línea adaptativa seguida en el proceso de introducción de tecnología, ya que se ha tomado en cuenta que el medio ambiente del proceso productivo y la infraestructura que lo apoya, son diferentes a los de lugar de origen de dicha tecnología.

En el CENAMAR se estudia actualmente cual es el volumen potencial de las raíces de cada árbol y como se determina, propone las variables de extensión que el agricultor va a usar para alcanzar los incrementos de producción. En términos de volumen explotado y coeficientes de la evaporación.

En México la explotación agrícola está caracterizada por la aplicación casi exclusiva del riego superficial (99.4%) y por una fertilización adecuada a este método.

Los países industrializados poseen fertilizantes fluídos y a bajo costo, por lo que su inyección al sistema es una labor muy simple.

CUADRO 1. Producciones Experimentales.

Cultivo	Año	G O T E O		S U P E R F I C I A L	
		Rend. Ton/ha	Lámina Cm	Rend. Ton/ha	Lámina Cm
Melón	1975	128.0	88	29.0	128
	1976	67.0	60	47.0	61
	1978	52.4	61	39.0	68
Tomate	1974	46.1	42	34.9	68
	1977	63.0	88	24.7	94
	1978	109.9	81	-	-
Lechuga	1976	89.6	53	36.4	53
	1977	54.7	62	-	-
Nogal	1975	0.76	60	0.73	124
	1976	1.10	65	1.05	130
	1977	0.95	70	0.95	130
Vid	1975	12	62	12	95
	1976	18	73	17	105
	1977	20	80	18	110
Naranjo	1975	22	76	22	126
	1976	24	80	22	130
	1977	24	90	21	132

La producción de fertilizantes en México se obtiene de una sola fábrica, la cual comercializa productos diseñados para disolverse lentamente, y cualquier otro fertilizante fluído o soluble en agua sin dejar residuos debe importarse.

La carencia de fertilizantes apropiados para riego por goteo y los hábitos para aplicar fertilizante son otro factor que impide elevar los rendimientos.

En 1978 el CENAMAR publicó los pretratamientos que necesitan los fertilizantes comerciales para aplicarlos a través del sistema de riego por goteo, pero falta información de cuánto y cuándo aplicarlos, cómo y con que dispositivos.

El usuario entendió pronto los hábitos de conservación del equipo y en general se puede decir que ha aceptado el método como una solución a ciertos problemas.

Concluyendo se puede decir que el riego por goteo es una solución económicamente factible para regar árboles frutales de espaciamiento amplio - - (25 m² o más), considerando los tiempos de amortización de la inversión - - (5-10 años) con criterio de reducir la mano de obra en este período y aplicando las técnicas de extensión en volúmenes explotados, coeficientes de la evaporación y técnicas de fertilización que aspiran a incrementar la productividad sin elevar los costos de producción.

BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera C.M. y Martínez E.R. 1980, Relaciones Agua-Suelo-Planta-Atmosfera. Tesis M.C. Chapingo México, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados, Chapingo México.
2. Peña P.E. et al. 1979, Avances de la Investigación en Riego por Goteo en la República Mexicana, III Seminario Latinoamericano sobre Riego por Goteo, ABID, IICA, OEA, Campinas Edo. de Sao Paulo, Brasil. Doc. 5
3. - Inventario Anual de la Comisión Nacional Hidráulica. 1975, SARH, México.
4. - Resumen Anual de la Comisión Nacional Hidráulica. 1975, SARH, México.
5. - Los Distritos de Riego en Cifras. 1978, SARH, México.
6. - Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1979. Dirección General de Economía Agrícola, SARH, México.
7. CENAMAR. 1981, El Uso del Riego por Goteo en Zonas Áridas, Conferencia Internacional, Plásticos en la Agricultura: Proyecciones y Usos en las Zonas Áridas, CONAZA, O.N.U.D.I., CONACYT, Gobierno del Edo. de Coahuila, C.I.Q.A., Saltillo, Coah. México

HISTORIA DEL RIEGO POR GOTEO EN MEXICO

HISTORIA DE RIEGO POR GOTEO EN MEXICO

Vicente LEE RODRIGUEZ	1
Francisco MOJARRO DAVILA	2
Federico VEGA SOTELO	3
S. Felipe MENDOZA MORENO	4

INTRODUCCION

En 1962 se constituyó la primera Compañía de Riego por Goteo en México, y la primera instalación de este sistema fue en 1969. Para 1970 había 176 ha. instaladas, una gran parte de las piezas utilizadas en los equipos fueron de importación y el resto productos para uso industrial y/o doméstico, existían en el país tres técnicos probando los equipos y observando sus posibilidades. La totalidad de la inversión de estos equipos se financió con fondos de la Banca Oficial. La tecnología y control de calidad no se habían evaluado y -- cualquier persona fabricaba su gotero. En resumen en esta época se quería saber si era posible regar con riego por goteo y no se reflexionaba sobre aspectos importantes como sociales, económicos y de productividad, ni tampoco se definía el campo de aplicación, lo que impidió la fijación de los límites de crecimiento para la introducción de tecnología.

-
- 1 Ph. D. Director del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR)
 - 2 Ing. Agr. M.C. Subdirector del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR)
 - 3 Ing. Agr. Investigador del Departamento de Riego a Presión del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR)
 - 4 Ing. Agr. Investigador del Departamento de Riego a Presión del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR)

En 1972 se instaló la primera fábrica y en 1980 existían dos fábricas que producen totalmente las piezas que componen un equipo de riego por goteo con igual o mejor calidad que en los países donde se originó esta tecnología, lo que asegura al agricultor el abasto de los insumos así como la competencia entre proveedores. Para este año se habían instalado 9,717 ha. con riego por goteo en diferentes frutales. El 83% de estas instalaciones fueron realizadas con recursos de la Iniciativa Privada.

En 1972 se creó el Centro Piloto sobre riego por goteo y en 1975 se convirtió en el Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR), el cual en 1978 publicó el manual de Diseño de Sistemas de Riego por Goteo que incluye las técnicas de evaluación (Boletín N° 4), en 1981 en Saltillo, Coah. el CENAMAR dictó y publicó las políticas de aplicación del riego por goteo, así como fijó los límites de crecimiento para la introducción de tecnología y en este foro Latinoamericano se presentan dos trabajos sobre operación y diseño agronómico y un método de diseño para investigación en riego por goteo y se estimó que para este mismo año, 1,270 técnicos a nivel medio superior recibieron por parte de CENAMAR, cursos de actualización sobre técnicas de instalación, operación, mantenimiento y evaluación en equipos de riego por goteo, con una duración mínima de 10 días con lo que se supone el país cuenta con la formación de los cuadros técnicos.

Es así que en el transcurso de estos diez años se han observado un sin número de problemas de operación del equipo y, como respuesta a ellos, se ha dado un esfuerzo grande por parte de instituciones de investigación y fabricantes para resolverlas; así como una preocupación por introducir variables sociales y económicas para la solución técnica en el campo de aplicación y la fijación de límites del crecimiento del riego por goteo en México.

USO POTENCIAL DEL RIEGO POR GOTEO EN MEXICO.

En México se tienen 9,717 ha. de riego por goteo, de las cuales el -- 63.7% están en vid, el 35.8% en otros frutales y el 0.5% en hortalizas e invernaderos. Estas instalaciones se encuentran localizadas dentro de las zonas áridas y semiáridas y se puede concluir que la decisión de implantarlas fue por el ahorro de agua que proporcionan, ya que en 1976 se estimó la explotación del acuífero en 12,500'000,000 m³ anuales con los que se regarían 1'250,000 ha. aplicando una lámina de riego de un metro.

En 1977 se tenían implantadas 915,698 ha. en frutales con un valor de la producción de 19,824'940,000; con 349,561 ha. (38.2%) bajo riego y - -- 566,137 ha. (61.8%) de explotación en condiciones de temporal de este total 204,777 ha. (22.4%) se localizaron en zonas áridas y semiáridas y 710,921 - ha. (77.6% en zonas costeras y húmedas.

Del análisis de estas cifras se concluye que la explotación de frutales en México se realiza aprovechando las zonas ecológicas que proporcionan la obtención de producciones con un mínimo de riesgo, esfuerzo e inversión.

El riego por goteo se ha implantado en zonas áridas y semiáridas ante la necesidad de los agricultores de hacer un uso más racional de los acuíferos con el fin de incrementar la superficie cultivada o mantener las áreas en explotación. Cuando el usuario de las zonas costeras y húmedas analice las bondades de ahorro de mano de obra en riego y fertilización, adaptará el sistema de riego por goteo, ya que estas actividades económicas tienen tiempos de amortización sin riego de 5 a 10 años. Al aplicar el riego - por goteo, cuyo costo oscila entre \$ 18,000/ha. para nogal, aguacate o man-

go y \$ 39,000/ha. para manzano, durazno y cítricos, se paga el equipo en el mismo lapso de recuperación por concepto de ahorro en mano de obra.

Otra bondad del riego por goteo que no se ha probado son los incrementos de producción. El cuadro 1 muestra un resumen de los resultados experimentales obtenidos en hortalizas y frutales, en el país.

Del análisis de este cuadro se concluye que el riego por goteo propicia incrementos de producción al trabajar con hortalizas, pero no hay consistencia en los resultados. En frutales se obtiene una mejor administración de la fuente de abastecimiento, pero no se obtienen los incrementos que se observan en hortaliza.

Estos resultados siembran la incertidumbre en los agricultores, pero la causa es la línea adaptativa seguida en el proceso de introducción de -- tecnología, ya que se ha tomado en cuenta que el medio ambiente del proceso productivo y la infraestructura que lo apoya, son diferentes a los de lugar de origen de dicha tecnología.

En el CENAMAR se estudia actualmente cual es el volumen potencial de las raíces de cada árbol y como se determina, propone las variables de extensión que el agricultor va a usar para alcanzar los incrementos de producción. En términos de volumen explotado y coeficientes de la evaporación.

En México la explotación agrícola está caracterizada por la aplicación casi exclusiva del riego superficial (99.4%) y por una fertilización adecuada a este método.

Los países industrializados poseen fertilizantes fluídos y a bajo costo, por lo que su inyección al sistema es una labor muy simple.

CUADRO 1. Producciones Experimentales.

Cultivo	Año	G O T E O		S U P E R F I C I A L	
		Rend. Ton/ha	Lámina Cm	Rend. Ton/ha	Lámina Cm
Melón	1975	128.0	88	29.0	128
	1976	67.0	60	47.0	61
	1978	52.4	61	39.0	68
Tomate	1974	46.1	42	34.9	68
	1977	63.0	88	24.7	94
	1978	109.9	81	-	-
Lechuga	1976	89.6	53	36.4	53
	1977	54.7	62	-	-
Nogal	1975	0.76	60	0.73	124
	1976	1.10	65	1.05	130
	1977	0.95	70	0.95	130
Vid	1975	12	62	12	95
	1976	18	73	17	105
	1977	20	80	18	110
Naranja	1975	22	76	22	126
	1976	24	80	22	130
	1977	24	90	21	132

La producción de fertilizantes en México se obtiene de una sola fábrica, la cual comercializa productos diseñados para disolverse lentamente, y cualquier otro fertilizante fluído o soluble en agua sin dejar residuos debe importarse.

La carencia de fertilizantes apropiados para riego por goteo y los hábitos para aplicar fertilizante son otro factor que impide elevar los rendimientos.

En 1978 el CENAMAR publicó los pretratamientos que necesitan los fertilizantes comerciales para aplicarlos a través del sistema de riego por goteo, pero falta información de cuánto y cuándo aplicarlos, cómo y con que dispositivos.

El usuario entendió pronto los hábitos de conservación del equipo y en general se puede decir que ha aceptado el método como una solución a ciertos problemas.

Concluyendo se puede decir que el riego por goteo es una solución económicamente factible para regar árboles frutales de espaciamiento amplio - - (25 m² o más), considerando los tiempos de amortización de la inversión - - (5-10 años) con criterio de reducir la mano de obra en este período y aplicando las técnicas de extensión en volúmenes explotados, coeficientes de la evaporación y técnicas de fertilización que aspiran a incrementar la productividad sin elevar los costos de producción.

BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera C.M. y Martínez E.R. 1980, Relaciones Agua-Suelo-Planta-Atmosfera. Tesis M.C. Chapingo México, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados, Chapingo México.
2. Peña P.E. et al. 1979, Avances de la Investigación en Riego por Goteo en la República Mexicana, III Seminario Latinoamericano sobre Riego por Goteo, ABID, IICA, OEA, Campinas Edo. de Sao Paulo, Brasil. Doc. 5
3. - Inventario Anual de la Comisión Nacional Hidráulica. 1975, SARH, México.
4. - Resumen Anual de la Comisión Nacional Hidráulica. 1975, SARH, México.
5. - Los Distritos de Riego en Cifras. 1978, SARH, México.
6. - Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1979. Dirección General de Economía Agrícola, SARH, México.
7. CENAMAR. 1981, El Uso del Riego por Goteo en Zonas Áridas, Conferencia Internacional, Plásticos en la Agricultura: Proyecciones y Usos en las Zonas Áridas, CONAZA, O.N.U.D.I., CONACYT, Gobierno del Edo. de Coahuila, C.I.Q.A., Saltillo, Coah. México

POLITICAS DE FOMENTO DEL USO DE RIEGO POR GOTEO
EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES
BIOL. JORGE I. SEPULVEDA BETANCOURT.

INTRODUCCION :

LA EXPLOSION DEMOGRAFICA EN EL MUNDO, DEMANDA DIA CON DIA UN AUMENTO EN LA OBTENCION DE LOS PRODUCTOS ALIMENTARIOS; ESTO HACE NECESARIO QUE SE REQUIERA DE CADA VEZ MAYOR EFICIENCIA EN LA TECNOLOGIA EMPLEADA Y LA UTILIZACION DE MAYOR CANTIDAD DE TERRENOS PARA SURTIR DICHA DEMANDA.

EL USO DEL AGUA EN FORMA EFICIENTE EN LA AGRICULTURA HA SIDO UNO DE LOS MAYORES RETOS QUE EL HOMBRE AFRONTA PARA HACER PRODUCIR LA TIERRA EN AQUELLOS LUGARES EN DONDE ESTE ELEMENTO ES LA LIMITANTE PRINCIPAL DE LA PRODUCCION.

MEXICO ES UN PAIS QUE SE ENCUENTRA EN ESTA SITUACION. YA QUE EL 43 % DEL TERRITORIO NACIONAL ESTA CONSTITUIDO POR ZONAS ARIDAS Y SEMI-ARIDAS Y CUYA ESCASAS Y ERRATICAS PRECIPITACIONES PLUVIAL, HACEN NECESARIA LA IMPLEMENTACION DE UNA POLITICA DEL USO RACIONAL DEL AGUA EN TODA LAS ACTIVIDADES QUE EL HOMBRE DESARROLLA EN ELLAS.

DENTRO DE LAS ZONAS ARIDAS Y SEMI-ARIDAS DE MEXICO DESTACAN POR SU IMPORTANCIA AGRICOLA LA REGION DEL NOROESTE QUE APORTA MAS DEL 50 % DE LA PRODUCCION AGRICOLA NACIONAL GRACIAS A LA APLICACION DE UNA ALTA

TECNOLOGIA EN EL USO DEL AGUA. QUIZA UNO DE LOS ESTADOS QUE COMPARTEN DICHA REGION DE MEXICO SEA LA QUE MENOR CANTIDAD DE AGUA TENGA DISPONIBLE Y ES EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR EL CUAL SERA MOTIVO DE LA PRESENTE PLATICA.

OBJETIVO :

ESTE TRABAJO TIENE COMO FINALIDAD HACER UN ANALISIS DE LAS ACTIVIDADES Y POLITICAS DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO, PARA EL FOMENTO DE LA APLICACION DE RIEGO POR GOTEO EN LA AGRICULTURA, FRUTICULTURA Y DASONOMIA URBANA.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO :

EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR Y EL DE BAJA CALIFORNIA CONSTITUYEN ENTRE LOS DOS LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, LA CUAL SE ENCUENTRA SITUADA EN LA PORCION NOR-OCCIDENTAL DE LA REPUBLICA MEXICANA. EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR LIMITA CON EL DEL NORTE EN EL PARALELO 28; AL ESTE POR EL GOLFO DE CALIFORNIA Y DE OESTE POR SU OCEANO PACIFICO, CUENTA CON UNA SUPERFICIE TOTAL DE 73,677 KM², CON UNA POBLACION TOTAL DE 222,000 HABITANTES Y UNA DENSIDAD DE POBLACION/KM² DE 3.0 HABITANTES.

CLIMA :

EL CLIMA ES MUY CALUROSO Y EXTREMOSO, LAS TEMPERA-

TURAS EN ALGUNOS LUGARES ALCANZA HASTA 50°C. SIENDO LAS TEMPERATURAS MINIMAS SENSIBLEMENTE POR DEBAJO DE 0°C. LA PRECIPITACION PLUVIAL CON EXCEPCION DE LA REGION MONTAÑOSA DEL EXTREMO SUR (LA CUAL ALCANZA HASTA 700 MM.) OSCILA ENTRE 100 Y 200 MM., TENIENDO UN REGIMEN DE LLUVIAS DE VERANO. EN LOS MESES DE AGOSTO, SEPTIEMBRE SE LOCALIZA LOS MAYORES VALORES DE LA PRECIPITACION PLUVIAL.

LA EVAPORACION MEDIA ANUAL SE ENCUENTRA ENTRE LOS 1700 A 1800 MM.

SUELOS:

LOS SUELOS DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA CORRESPONDEN EN SU MAYORIA A LOS DENOMINADOS SIEROZEM, DE TEXTURA QUE VARIAN DESDE LOS ARCILLOSOS, ARCILLO LIMOSO Y ARENO-ARCILLOSO, ESTOS ULTIMOS SON LOS MAS FRECUENTES.

VEGETACION:

DADAS LAS CONDICIONES ANTERIORES LA VEGETACION ESTA DADA POR DIFERENTES TIPOS, DENTRO DE LAS CUALES DESTACAN LOS MATORRALES MICROFILOS EN EL NORTE DEL ESTADO, EL CRASICAULESCENTE EN LA REGION CENTRO SUR. EXISTE TAMBIEN BOSQUES DE PINOS EN ESTA ULTIMA REGION REPRESENTADA POR PINOS CEMBROIDES.

AGRICULTURA:

LA AGRICULTURA DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR ES

TA ASENTADA EN 9 CUENCAS HIDROLOGICAS EN EXPLOTACION Y EN DONDE SE RIEGAN UN TOTAL DE 54,644 HAS., LA -- INFRAESTRUCTURA DE RIEGO ESTA DADA POR 878 POZOS -- PROFUNDOS, 103 POZOS A CIELO ABIERTO, 13 PRESAS DERIVADORAS, 13 MANANTIALES, 1 PLANTA DE BOMBEO Y 2 GALERIAS FILTRANTES (CUADRO 1),

INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

TOTAL DE OBRAS DE RIEGO EN OPERACION	1,010
POZOS PROFUNDOS	878
POZOS A CIELO ABIERTO	103
PRESAS DERIVADORAS	13
MANANTIALES	13
PLANTA DE BOMBEO	1
GALERIAS FILTRANTES	2

B O M B E O

SUPERFICIE CON RIEGO POR GRAVEDAD	41,827 Has.
SUPERFICIE CON RIEGO POR ASPERSION	11,221 "
SUPERFICIE CON RIEGO POR GOTEO	1,596 "
T O T A L :	54,644 Has.

FUENTE: JEFATURA DEL PROGRAMA HIDRAULICO. S.A.R.H.

EN CUANTO A LOS SISTEMAS DE RIEGO DEL TOTAL DE LA SUPERFICIE DEDICADA AL CULTIVO, 41,827 HAS., SE MANTIENEN POR RIEGO POR GRAVEDAD; 11,221 HAS., CON RIEGO -- POR ASPERSION Y 1,596 HAS., CON RIEGO POR GOTEO. LA TENDENCIA DEL USO DE RIEGO POR GOTEO Y ASPERSION --

QUE EN LOS ULTIMOS AÑOS SE HA INCREMENTADO EN FORMA SIGNIFICATIVA Y NECESARIA, DIVIDIDA A LA SOBRE EXPLOTACION DE LOS MANTOS ACUIFEROS- EN ESAS ZONAS AGRICOLAS.

EL BALANCE HIDROLOGICO DE LAS 9 CUENCAS EN EX PLOTACION, REVELA QUE CON EXCEPCION DE DOS DE ELLAS LAS RESTANTES REGISTRAN NIVELES DE SO - BRE EXPLOTACION, COMO SE APRECIA EN EL CUADRO No. 2.

BALANCE HIDROLOGICO DE LAS PRINCIPALES CUENCAS EN EXPLOTACION.

NOMBRE DE LA CUENCA	RECARGA 10^6 M^3	EXTRACCION 10^6 M^3	NIVEL DE EXPLOTACION %
VIZCAINO	17.00	22.00	129
MULEGE	10.00	12.00	120
SAN JUAN B. LONDO	12.35	12.00	97
SANTO DOMINGO	144.70	256.10	177
LA PAZ	18.00	26.00	144
LOS PLANES	8.50	12.00	141
EL CARRIZAL	16.00	18.00	113
TODOS SANTOS	1.50	3.10	207
SAN JOSE DEL CABO	18.00	13.00	72

EN BASE A LO ANTERIOR LA TENDENCIA DE LA AGRICULTURA EN ESTA ZONA ES LA DE INCREMENTAR LA APLICACION DE SISTEMAS DE RIEGO MAS EFECTIVA COMO ES EL CASO DE RIEGO POR GOTEO.

A CONTINUACION SE DESCRIBEN LOS SISTEMAS QUE SE ENCUENTRAN OPERANDO EN LAS DIFERENTES CUENCAS HIDROLOGICAS DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR, DE NORTE A SUR TENEMOS:

CUENCA NO. 1 EL VIZCAINO

TOPOGRAFIA PLANICIE

LOCALIZADO EN EL EXTREMO NOR-OCCIDENTAL DEL ESTADO. EN ESTE LUGAR SE HA INSTALADO UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CON UN CULTIVO DE VID EN UNA SUPERFICIE DE 300 HAS., ACTUALMENTE LA VID CUENTA CON TRES AÑOS DE EDAD. TIENE UNA SEPARACION ENTRE PLANTA DE DOS METROS. LA SEPARACION ENTRE HILERAS ES DE 4 METROS, DANDO UNA DENSIDAD DE PLANTACION/HAS., DE 1250 PLANTAS, LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DEL SISTEMA ES DE DOS POZOS PROFUNDOS DE 8 PULGADAS DE GASTO Y TIENE DOS SISTEMAS DE FILTROS: UN SEPARADOR DE ARENA MARCA LAVAL Y UN FILTRO DE MALLA YARDNEY Y UN TANQUE FERTILIZADO DE LA MISMA MARCA ANTERIOR, CON UNA CAPACIDAD DE 45 GALONES, SE HA UTILIZADO UN DIAMETRO DE LA TUBERIA PRINCIPAL DE 6 PULGADAS Y 2 1/2 PULGADAS PARA LAS SECUNDARIAS.

EL DIAMETRO DE LAS REGANTE SON DE 13 MM., EL GASTO DEL GOTERO MARCA SIG-SAG ES DE 4 LITROS/ HORA.

EN EL MISMO LUGAR PERO EN UNA PLANTACION DE HIGUERA SE ENCUENTRA ESTABLECIDO UN SISTEMA DE RIEGO POR

GOTEO EN 170 HAS., EN ESTA PLANTACION CON TRES AÑOS DE EDAD SE HAN DADO UNA SEPARACION DE LAS PLANTAS DE 5 METROS Y ENTRE HILERAS DE 6 MTS., TENIENDO UNA DENSIDAD DE 250 PLANTAS /HAS., LA FUENTE ALIMENTADORA SON 3 POZOS PROFUNDOS DE 8 PULGADAS CADA UNA, LOS COMPONENTES DEL FILTRO Y FERTILIZADORES SON LOS MISMOS QUE EN EL CASO ANTERIOR. EN ESTA PLANTACION EL NUMERO DE GOTEROS /PLANTA ES DE 4 Y CON UN GASTO POR GOTERO DE 2 LITROS /HORA.

CUENCA NO. 2 VALLE DE SANTO DOMINGO

TOPOGRAFIA PLANICIE

LOCALIZADO EN LA PARTE CENTRAL DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR. EN ESTA LOCALIDAD SE ENCUENTRAN ESTABLECIDAS 500 HAS., DE VID BAJO EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

TAMBIEN EN ESTE CASO SE USO UN DISTANCIAMIENTO DE 4 X 2 PARA UNA DENSIDAD DE 1250 PLANTAS / HAS LA EDAD DE LA PLANTACION ES DE DOS AÑOS. LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO SON 10 POZOS PROFUNDOS CON UN GASTO DE 6 PULGADAS CADA UNO.

SE EMPLEARON FILTROS MARCA FREE FLOW Y SEPARADOR DE ARENA DE LA MISMA MARCA, EL DIAMETRO DE LA TUBERIA PRINCIPAL ES DE 6 PULGADAS DE LAS SECUNDARIA 2 1/2 PULGADA. LA GOTERA DE MARCA REX TIENE UN GASTO DE 4 LITROS /HORA Y SE DISTRIBUYEN

A RAZON DE UNO POR PLANTA, LOS COSTOS POR HECTAREA DEL SISTEMA SON DE 2000.00 DLS./HAS., APROXIMADAMENTE.

CUENCA NO. 3 LA PAZ.

TOPOGRAFIA PLANICIE

ESTA REGION SE LOCALIZA EN LA PORCION SUR-ESTE DE LA ENTIDAD Y EN ELLA SE ENCUENTRAN ESTABLECIDAS - 450 HAS., DE MANGO, LA FUENTE ALIMENTADORA SON -- DOS POZOS PROFUNDOS CON UN GASTO DE 8 PULGADAS ³⁷ CA DA UNA. LA SEPARACION ENTRE PLANTA ES DE 10 X 10 Y A LA FECHA LA PLANTACION CUENTA CON 6 AÑOS DE - EDAD. EL SISTEMA DE FILTROS ES DEL TIPO MALLA, - LA TUBERIA PRINCIPAL ES DE 6 PULGADAS DE DIAMETRO, LAS SECUNDARIAS DE 1.5 PULGADAS Y LAS REGANTES DE 1/2 PULGADA DE DIAMETRO, EL GASTO POR GOTERO DE MARCA ETERNO-MATIC ES DE 4 LITROS /HORA DISTRIBU DA DOS POR CADA ARBOL.

CUENCA NO. 4 SAN JOSE DEL CABO

TOPOGRAFIA ACCIDENTADA

EN ESTA REGION SE LOCALIZAN TRES AREAS FRUTICOLAS LAS CUALES A CONTINUACION SE DESCRIBEN:

EJIDO SANTIAGO.

LOCALIZADO HACIA EL SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE LA - PAZ Y EN ELLA SE ENCUENTRAN ESTABLECIDAS 45 HAS., DE NARANJA, LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO ES UN - -

POZO PROFUNDO DE 8 PULGADAS DE GASTO, LA SEPARACION ENTRE PLANTA ES DE 8 X 8 MTS., DANDO UNA DENSIDAD DE 153 PLANTAS /HAS., POSEE UN SEPARADOR DE ARENA FILTRADO Y TANQUE FERTILIZADOR DE LA MARCA FREE FROW. EL DIAMETRO DE LA TUBERIA PRINCIPAL ES DE 4 PULGADAS 2 EN LA SECUNDARIA Y 1/2 EN LAS REGANTES, EL GOTERO DE TIPO ESPAGUETI TIENE UN GASTO DE 4 LITROS /HAS., CON DOS GOTEROS POR PLANTA.

EJIDO SAN JORGE.

LOCALIZADO EN LAS ESTRIBACIONES DE LA SIERRA DE LA LAGUNA, LA SUPERFICIE QUE SE RIEGA BAJO EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO ES DE 20 HAS., Y LA ESPECIE ES AGUACATE, LA EDAD DE LA PLANTACION ES DE TRES AÑOS.

LA FUENTE ALIMENTADORA ES UN POZO PROFUNDO DE 6 PULGADAS DE GASTO EL SISTEMA LO COMPONEN UN SEPARADOR DE ARENA Y FILTRO MARCA WATER MASTER Y UN TANQUE FERTILIZADOR MARCA DROGON ENGINEERING EL DIAMETRO DE LA TUBERIA PRINCIPAL ES DE 4 PULGADAS DOS EN LA SECUNDARIA Y 1/2 EN LAS REGANTES; LA SEPARACION ENTRE ESTAS ULTIMAS ES DE 10 MTS., Y CORRESPONDE AL DISTANCIAMIENTO ENTRE PLANTA Y PLANTA, EL GASTO DEL GOTERO ES DE 4 LITROS /HORA Y CORRESPONDEN 4 DE ESTOS POR PLANTAS.

EJIDO LAS CASITAS.

EL CULTIVO EN ESTA AREA ES EL AGUACATE Y SE ENCUENTRAN 8 HAS., CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EL CUAL ES ALIMENTADO POR UN POZO PROFUNDO CON UN GASTO DE 8 PULGADAS EL SISTEMA LO INTEGRAN ADEMÁS, UN SEPARADOR DE ARENA MARCA LAVAL Y FILTROS Y TANQUES FERTILIZADOR MARCA REED, LA TUBERIA PRINCIPAL ES DE 4 -- PULGADAS 2 EN LA SECUNDARIA, Y 1/2 EN LAS REGANTES. LAS GOTERAS MARCA REBAT TIENEN UN GASTO DE 4 LITROS/HORA Y CORRESPONDEN 4 POR CADA ARBOL.

EN FORMA GENERAL SE PUEDEN MENCIONAR QUE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO ANTES MENCIONADOS HAN TENIDO UNA GRAN ACEPTACION POR EL MEDIANO Y PEQUEÑO AGRICULTOR; NO OBSTANTE SE HA DETECTADO QUE SE REQUIERE -- UNA CAPACITACION MAYOR EN CUANTO A LA OPERACION DE LOS SISTEMAS POR PARTE DE LOS AGRICULTORES PARA QUE ESTAS PUEDAN FUNCIONAR EN FORMA SATISFACTORIA.

EL USO DEL RIEGO POR GOTEO ES UNA POLITICA QUE SE -- HA EXTENDIDO HACIA ESPECIES NO SOLO AGRICOLA SINO -- HASTA EN LAS ESPECIES FORESTALES COMO ES EL CASO DE LA JOJOBA (SIMMONDSIA CHINENSIS) ESPECIES ENDEMICA DEL DENOMINADO DESIERTO SONORENSE Y CUYA IMPORTAN-- CIA ESTA BASADA EN LA CERA LIQUIDA QUE CONTIENE SU SEMILLA LA CUAL ES EMPLEADA EN DIVERSAS FORMAS PARA LA OBTENCION DE ACEITES INDUSTRIALES, COSMETICOS, -- LUBRICANTES Y EN LA ALIMENTACION HUMANA. LA INTE-- GRACION DE LA JOJOBA AL CULTIVO DE ZONAS ARIDAS A --

PUESTO DE MANIFIESTO QUE EXISTEN GRANDES ALTERNATIVAS CUANDO SE PUEDEN COMBINAR LAS TECNOLOGIAS DE RIEGO DE ALTA EFICIENCIA CON NUEVOS CULTIVOS DE BAJOS REQUERIMIENTOS DE AGUA; ESTA ES QUE EN UN FUTURO MUCHAS OTRAS ESPECIES CON CARACTERISTICAS SIMILARES A LA JOJOBA PODRAN SER INTEGRADOS AL CULTIVO FORMANDO ASI UN HORIZONTE AMPLIO EN LA UTILIZACION DE GRANDES EXTENSIONES DE TIERRA QUE ACTUALMENTE SE ENCUENTRA IMPRODUCTIVA.

EL ESTUDIO DE LA JOJOBA BAJO EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO ES RECIENTE EN TODO EL MUNDO; SIN EMBARGO EXISTEN PLANTACIONES EXPERIMENTALES EN LAS QUE SE HAN CONSTATADO LA REDITUABILIDAD DEL CULTIVO MEDIANTE ESTE SISTEMA DE IRRIGACION.

COMO YA SE HABIA MENCIONADO EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR POSEE RECURSOS HIDRAULICOS MUY LIMITADOS LO QUE HA DETERMINADO QUE EL USO DEL AGUA SEA OPTIMIZADO DE ESTA FORMA SE HA FOMENTADO EL USO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LA DASONOMIA URBANA EN VIRTUD DE QUE SE HA EVIDENCIADO UN ALTO CONSUMO DE AGUA EN ESPECIES ORNAMENTALES QUE EN SU MAYORIA DE LOS CASOS NO SON LO ADECUADO A LA ZONA Y QUE POR LO MISMO REQUIEREN GRANDES CANTIDADES DE ESTE ELEMENTO.

ES ASI QUE EN FECHAS RECIENTES LAS REFORESTACIONES URBANAS SE ESTAN IMPLEMENTANDO CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA SU MANTENIMIENTO. ESTA POLITICA REPRESENTARA EN EL FUTURO UN AHORRO SUSTANCIAL EN EL CONSUMO DEL AGUA DEDICADA A ESTAS ACTIVIDADES Y PERMITIRA DERIVARLA A OTRA DE MAYOR PRIORIDAD.

MEXICO ES UN PAIS QUE MANTIENE UNA POLITICA DE INCREMENTO DEL USO DE RIEGO POR GOTEO, YA QUE ES UN FACTOR DE SUMA IMPORTANCIA EN LA CONSERVACION DEL SUELO Y EL AGUA EN ZONAS ARIDAS Y SEMI-ARIDAS EN CULTIVO TRADICIONALES.

DENTRO DE LOS NUEVOS CULTIVOS DE ESPECIES VEGETALES DESERTICAS DE IMPORTANCIA ECONOMICA EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO COADYUVA A SU INTEGRACION A LA AGRICULTURA Y POR ENDE A LA ECONOMIA RURAL.

LA DASONOMIA URBANA EN ZONAS ARIDAS Y SEMI-ARIDAS PODRA SER COMENTADA MEDIANTE LA APLICACION DE SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO Y, FINALMENTE SE HACE NECESARIA LA IMPLEMENTACION DE CURSOS Y ASESORIA A NIVEL OBRERO-CAMPESINO DIRIGIDAS AL CONOCIMIENTO, OPERACION Y CONSERVACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO.

MINISTERIO DE AGRICULTURA

INFORME SOBRE EL RIEGO POR GOTEO EN EL PERU

**Dirección General de Aguas, Suelos
e Irrigaciones
DGASI**

**Instituto Nacional de Ampliación de
la Frontera Agrícola (INAF)**

INFORME SOBRE RIEGO POR GOTEO EN EL PERU *

IV SEMINARIO LATINOAMERICANO DE RIEGO POR GOTEO Y RIEGO
LOCALIZADO. VENEZUELA-BARQUISIMETO. DEL 21 al 27 DE JU-
NIO DE 1981.

* Elaborado por el Ing. Gino Ramirez Meza, funcionario de la DGASI-
Ministerio de Agricultura.

INFORME SOBRE EL RIEGO POR GOTEO EN EL PERU

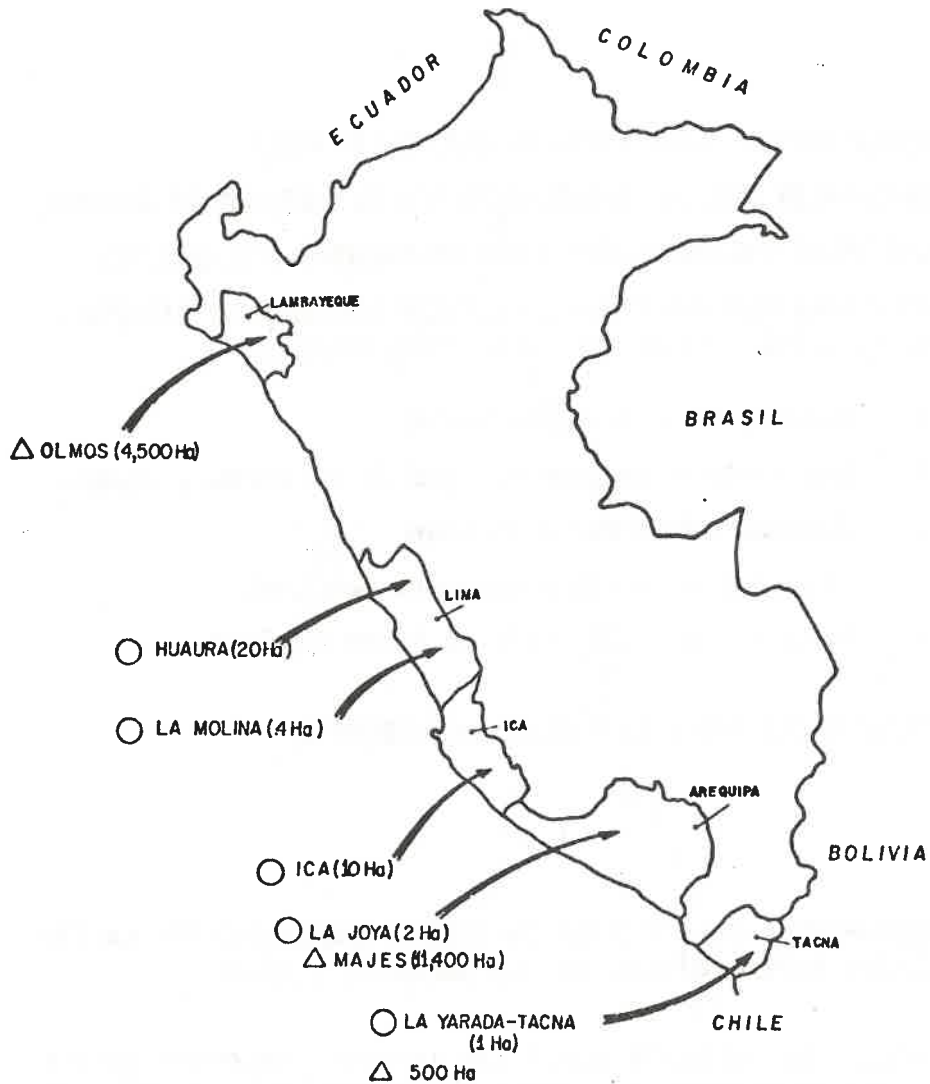
1. EVOLUCION DE RIEGO POR GOTEO EN EL PERU
2. PRINCIPALES CULTIVOS REGADOS POR EL SISTEMA DE GOTEO
3. COSTOS DE INSTALACION Y DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO
4. PROBLEMAS QUE AFECTAN LA MAYOR DIFUSION Y ADAPTA-
CION DEL RIEGO POR GOTEO A NIVEL NACIONAL.
 - 4.1 Aumento de la Inversión Inicial
 - 4.2 Requerimiento de gran cantidad de accesorios y equipo.
 - 4.3 Cultivos y Rotación de Cultivos
 - 4.4 Disponibilidad de Base Industrial Nacional.
 - 4.5 Mano de Obra Calificada en Sector Agrícola.
5. PERSPECTIVAS PARA EL FUTURO INMEDIATO

ANEXOS

1. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO EMPLEADO EN LA ES-
TACION EXPERIMENTAL DE "LA MOLINA", LIMA.
2. INFORME DE AVANCE SOBRE LAS INVESTIGACIONES EN RIE-
GO POR ASPERSION Y GOTEO DE LA ESTACION EXPERIMEN-
TAL DE SAN CAMILO - AREQUIPA.

ooooooooooooo

UBICACION DE LAS AREAS REGADAS ACTUAL- MENTE POR GOTEO EN EL PERU Y SUS PROBABLES PROYECCIONES



LEYENDA :

- Areas actuales
- △ Areas Proyectada

MINISTERIO DE AGRICULTURA

INFORME SOBRE EL RIEGO POR GOTEO EN EL PERU

1. EVOLUCION DE RIEGO POR GOTEO EN EL PAIS

En el verano de 1977 se formó la Sub-Dirección de Investigación Aplicada de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Agricultura, con la finalidad de realizar investigación aplicada en el manejo del agua de riego, tendiente a mejorar la eficiencia de uso de este recurso dada la generalización del problema causado por el mal uso del agua de riego y sus consecuencias como erosión, disminución de la fertilidad del suelo, baja productividad y otros.

Una de las metas que se planteó desde el inicio fue la investigación de sistemas de riego que maximicen la eficiencia de aplicación de agua y que a su vez redunden en una mayor productividad, tal como se realizó con el sistema de riego por goteo, sus posibilidades y restricciones.

Ese mismo año, a través de un Convenio con el Ministerio de Agricultura, la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) donó el equipo necesario para instalar un sistema de riego por goteo en una parcela de 0.4 Has. situada en La Molina a 15 Km de la Ciudad de Lima.

Durante los años 1978-1980 en la parcela de La Molina, se condujeron experimentos con el sistema de riego por goteo sobre control y distribución del agua, interacción entre diferentes niveles de agua con diferentes niveles de producción en cultivos de hortalizas y cucurbitáceas con resultados bastante aceptables.

En el período 1980-1981 ha empezado a crecer el área regada por goteo en el país, debido al efecto demostrativo generado en el período anterior y a la necesidad de elevar los niveles de productividad, es así que se han terminado de instalar 2 Has. de riego por goteo en la estación experimental del Proyecto La Joya-Arequipa, por otro lado, se ha iniciado la instalación de dicho sistema en 1 Ha. de la Irrigación La Yarada-Tacna, y de 10 Has. sembradas de vid en el valle de Ica, por cuenta del Centro de Investigación Agraria CIAG-Centro del INIA; por último se están instalando en el valle de Huaura-Lima unas 20 Has. de riego por goteo a nivel comercial en áreas sembradas con flores.

2. PRINCIPALES CULTIVOS REGADOS POR EL SISTEMA DE GOTEO.

El riego por goteo se aplica generalmente a cultivos de alta rentabilidad, en cultivos perennes, como huertas frutícolas y viñedos y en el caso de cultivos estacionales como flores, cucurbitáceas y hortalizas.

En las investigaciones realizadas en el país se utilizaron cultivos estacionales de corto período vegetativo, con la finalidad de demostrar los resultados en un corto plazo.

Como se pueda apreciar en el Cuadro N°1 los rendimientos obtenidos en el riego por goteo son superiores en un 40 a 50% a los obtenidos con el riego por gravedad. Hay que tener en cuenta también el ahorro de agua generado por el sistema de goteo que es de un 50% en comparación del riego superficial, y el menor período vegetativo que incide en un menor gasto en plaguicidas y fungicidas.

Los mayores costos de instalación y operación del sistema se justifican con el ahorro de agua e insumos y con los altos rendimientos que se obtienen, siempre y cuando los cultivos sean altamente rentables como es el caso de hortalizas y frutales.

3. COSTOS DE INSTALACION Y DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO

Los costos que se indican en el Cuadro N°2 representan los costos de experimentación, más altas de las que pueden obtenerse en explotaciones agrícolas.

Estos costos pueden ser rebajados en un 30-40% en instalaciones comerciales, de 5-10Has. debido al menor costo de la bomba y el filtro de impurezas por Ha. irrigada. Estos costos se muestran en el Cuadro N°3; actualmente se está probando un tipo de micro tubos de polietileno de fabricación nacional y que producen el mismo efecto de los goteros importados, lo cual puede reducir los costos de las líneas laterales en un 50%.

La actual demanda de bombas, filtros y las tuberías de PVC es cubierta por el mercado nacional, no así los goteros que son importados. De extenderse en gran escala el sistema de riego por goteo se tendría que importar equipo de riego en cantidad apreciables.

Por otro lado en el país existen compañías que importan dichos equipos de Israel, EE.UU., y Alemania y que proveen al mercado interno.

4. PROBLEMAS QUE AFECTAN LA MAYOR DIFUSION Y ADAPTACION DEL RIEGO POR GOTEO A NIVEL NACIONAL.

En este punto enumeraremos los principales problemas que impiden el rápido desarrollo del sistema de riego por goteo :

4.1 Aumento de la Inversión Inicial

El aumento considerable del costo de construcción y mantenimiento en comparación con el riego por gravedad y aspersión, así por ejemplo el riego de huertas frutales durante la construcción es de 2.5 a 3.0 veces mayor que el riego por gravedad, y/o 1.6 a 1.8 veces mayor que el riego por aspersión.

4.2 Requerimiento de gran cantidad de accesorios y equipos

Con el riego por goteo son necesarios muchas estaciones de bombeo reguladas, por cuanto una estación de bombeo suele operar 300 - 400 Has. por ser antieconómico operar un número mayor de Has., pues los costos superan a los beneficios. También se requiere gran cantidad de tubos, entre 2,500 a 5,300 metros lineales de mangueras plásticas por Ha. dependiendo del cultivo y unos 2,000 goteros por Ha. a parte de los accesorios (codos, tees, niples, válvulas, uniones, reducciones, etc.)

4.3 Cultivos y Rotación de Cultivos

Cada cultivo tiene mejor desarrollo y mayor rendimiento con métodos de riego determinados que hay que tomar en consideración. Así el arroz, caña de azúcar, plantaciones de plátanos, cereales, leguminosas y gramíneas no se riegan por goteo; sin embargo, dichos cultivos están considerados en las rotaciones periódicas que se realizan en los campos agrícolas del país. Por otro lado, cada cultivo de hortalizas, flores ó frutales, donde se aplica el riego por goteo, tienen su propio espaciamiento entre hileras y para el cual se diseña el sistema de riego por goteo que es inaccesible para otro cultivo y por otro cultivo y por lo tanto imposible de rotar.

4.4 Disponibilidad de Base Industrial Nacional

La instalación de sistemas de riego por goteo requiere de gran cantidad de equipos sofisticados, en particular: equipos para la estación de bombeo; y sub-estación de transformación eléctrica, bases, cables e implementos para la automatización y telemecanización del sistema de traslado y distribución de agua, válvulas electrificadas, tubos de acero, superconcreto y plástico, todos los cuales necesitan un buen mantenimiento.

Partiendo de lo mencionado, si se quiere instalar el sistema de riego por goteo en gran escala es indispensable la adquisición de equipo importado en grandes cantidades, pues este tipo de equipo en el país sólo se produce en pequeñas cantidades o no se produce.

4.5 Mano de Obra calificada en el sector agrícola

El Sistema de riego por goteo prevee la automatización completa del riego. La operación del sistema se realiza desde una central o monitor. Y las labores del regador se tornan más precisas y sofisticadas.

- Observar que los goteros funcionen uniformemente
- Efectuar lavados y limpiezas de los goteros obstruídos
- Efectuar lavados de las mangueras (tuberías)
- Desaguar las mangueras durante el período entre riego

5. PERSPECTIVAS PARA EL FUTURO INMEDIATO

De acuerdo al desarrollo en el país de la Producción Agrícola e Industrial el aumento de la población de año en año constantemente aumenta la demanda de agua. Los recursos hídricos no se encuentran en la oportunidad, cantidad y calidad requerida, es decir, son limitados es por esto que el posible uso del agua para fines de riego no aumenta, sino por el contrario se reduce año tras año. Pues los centros industriales requieren cada vez más el aumento de la producción agrícola, es en esas condiciones que la economía del agua y el aumento de la producción por hectárea hacen necesario la adopción del sistema de riego por goteo en cada caso técnicamente posible en el Desarrollo Agrícola. El riego por goteo que facilita una economía de agua en un 15-30% y/o un aumento del área a ser irrigada en un 20 a 40% promedio, en comparación con el riego tradicional, resulta el que tiene más perspectivas si se emplea para el riego de huertos, frutales, viñedos, hortalizas y cucurbitáceas el más eficiente.

En el Perú a pesar de las dificultades mencionadas en el punto anterior, existe la posibilidad de introducir el riego por goteo en la irrigación Osmos-Lambayeque pues se tiene en estudio introducir el sistema en una primera etapa en 50 a 100 Has. para con los resultados a obtenerse cubrir unas 4500 Ha. en el mediano plazo.

En la irrigación Majes-Arequipa, se estima que el sistema de riego por goteo puede abarcar en el futuro el 20% (11,400 Has) de las 57,000 Has., el resto será cubierto con riego por aspersión.

En la irrigación la Yarada-Tacna, también se tiene en estudio la futura instalación de 50 Has. a nivel experimental, para luego extender el sistema a mayores áreas de acuerdo a la experiencia y resultados obtenidos.

CULTIVO	RIEGO POR GOTEO			RIEGO POR GRAVEDAD		
	Período vegetativo (días)	Volumen de agua aplic. (m ³ /Ha)	Rendimiento TM/ha	Período vegetativo (días)	Volumen de agua aplic. (m ³ /ha)	Rendimiento (TM/ha)
Tomate	100	3,900	41.0	120	6,200	30.0
Pepinillo	48	1,500	28.0	60	6,300	20.0
Brocoli	100	2,000	17.0	110	5,500	5.0
Betarraga	84	3,200	35.0	90	6,000	24.0
Lechuga	85	3,000	60.0	105	6,000	25.0

CUADRO N° 2 COSTOS DE INSTALACION POR HA EN RIEGO
 POR GOTEO
 (Nivel Experimental)

Item	DESCRIPCION	MONTO S/.
1.	Bomba de agua, centrífuga 33 GPM Motor eléctrico monofásico de 1.5 HP trabajando a 3450 GPM	387,000
2.	Filtro 75 GPM, 1.6 m ² área 120 - PGI	149,000
3.	Accesorios de succión y filtro	40,000
4.	Instalación eléctrica	38,000
5.	Tubería principal	385,000
6.	Tubería de conexión múltiple	200,000
7.	Tubería lateral y goteros	1'580,000
		<hr/>
		2'800,000
		<hr/> <hr/>

CUADRO 3 COSTOS DE INSTALACION DE 8.6 HA de
 OLIVOS - TACNA
 (Nivel Comercial)

<u>N°</u>	<u>ITEM</u>	<u>MONTO</u> <u>S/.</u>
1	Electrobomba, válvula de pie, arrancador y tubería de succión	830,000
2	Filtro de doble malla, reductores de presión de 1 1/2", manómetros y accesorios menores	240,000
3	Tubería principal de aspecto-cemento	670,000
4	Línea múltiple de Pvc y válvulas	1'000,000
5	Líneas laterales con goteros y conexiones a la línea múltiple.	4'270,000
	TOTAL	<u>7'010,000</u>

RIEGO POR GOTEO EN EL PERU
SITUACION ACTUAL

ZONAS	AÑO	Area Ha.	Cultivos	Rend. Comparativos		Costos Instalación	Nivel	Observaciones
				R. Goteo	R. Gravedad			
Lima-La Molina	1977	0.4	Hortalizas	40-60	20-30	2'800,000	Experimental	- Gran inversión inicial
Arequipa-La Joya	1980	2.0	Frutales	"	"	"	"	- Requerimiento de gran cantidad de equipo y material
Tacna-La Yarada	1980	3.0	Hortalizas	"	"	"	"	- No adaptable a la rotación de Cultivos
Ica-Valle	1981	10.0	Vid	S/D*	S/D*	S/D*	Comercial	- Falta de mano de obra calificada.
Lima Huaura	1981	20.0	Flores	S/D*	S/D*	S/D*		- Falta de base industrial
TOTAL		35.4						

(*) Sin datos

PROBABLES PROYECCIONES A MEDIANO PLAZO

ZONA	AÑO	AREA Ha	CULTIVOS
Olmos-Lambayeque	1982-1985	4,500	Vid y Frutales
La Yarada-Tacna	1982-1985	500	Frutales y Hortalizas
Majes-Arequipa	1982-1985	11,400	Frutales y Hortalizas
TOTAL		16,400	

ANEXO N° 1

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Estación Experimental de "La Mblina"

1. Descripción General.-

El sistema ha sido diseñado para humedecer el 100% de la superficie.

Después de bombeada y filtrada, el agua pasa a través de la tubería principal enterrada, terminando en cuatro tubos elevadores que emergen a la superficie y se conectan a una tubería de conexión múltiple, cada uno (Ver Fig. N°1). Cada tubería de conexión múltiple (ó "múltiple") alimenta a un grupo de laterales con goteros y son independientes entre sí. El conjunto de un múltiple y su grupo de laterales se ha denominado sub-unidad.

Cada sub-unidad tiene un manómetro y válvula de control que permite regular la presión en la cabecera de los laterales. Puesto que las sub-unidades son independientes entre sí, diferentes láminas de agua (4) pueden ser aplicadas a través de los diferentes grupos de laterales (que representan los cultivos en hilera), ya sea variando los tiempos de riego a las frecuencias de aplicación. Por razones experimentales, la distribución de los diferentes grupos de laterales es randomizada en cuanto a tratamientos de humedad (y fertilidad).

2. Fuente de Abastecimiento.-

El agua es derivada de una acequia hacia una poza de succión de 3.5 m³ de capacidad.

El agua proviene del almacenamiento de una pequeña laguna en donde sedimentan los materiales gruesos. Sin embargo, los materiales finos en suspensión (limo y arcilla) llegan a penetrar en la poza.

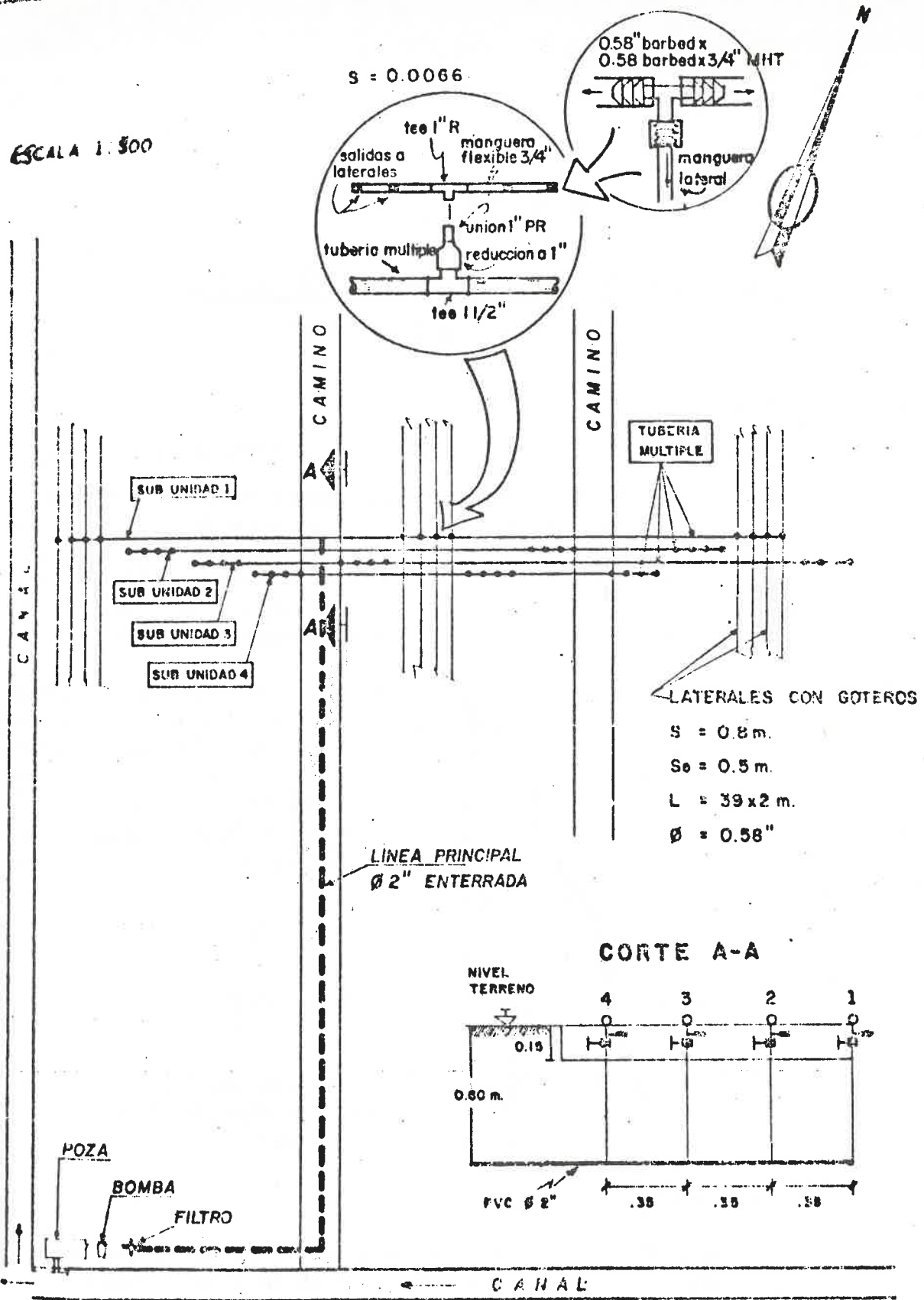
3. Unidad de Bombeo.-

La bomba utilizada es del tipo centrífuga con 2 lts/seg de capacidad de bombeo a 27.7 m de carga y disco de impulsión de 5" de diámetro.

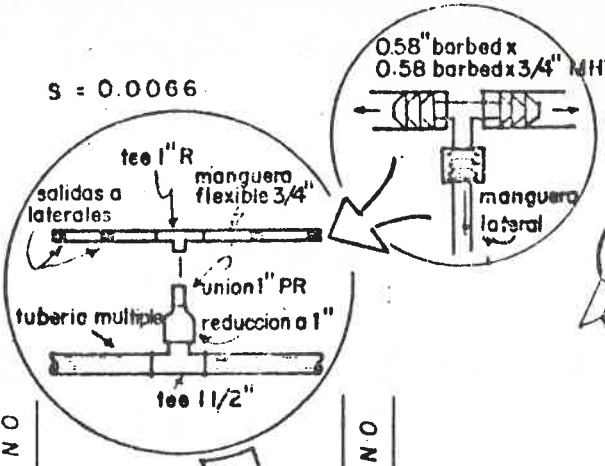
El motor utilizado es eléctrico, monofásico de 1.5 Hp trabajando a 3450 R.P.M.

La entrada de la tubería de succión (2") está provista de una válvula de pie con canastilla.

ESCALA 1:500



$S = 0.0066$



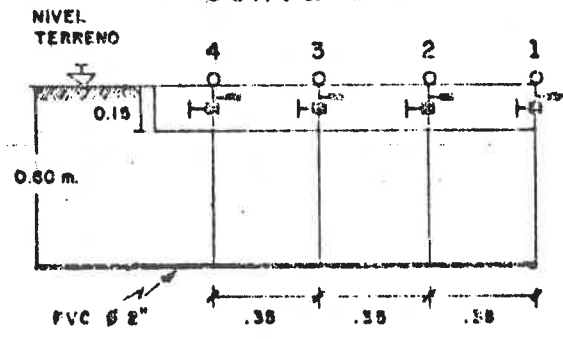
TUBERIA MULTIPLE

LATERALES CON GOTEROS

$S = 0.8\text{ m}$
 $S_0 = 0.5\text{ m}$
 $L = 39 \times 2\text{ m}$
 $\phi = 0.58''$

LINEA PRINCIPAL
 $\phi 2''$ ENTERRADA

CORTE A-A



POZA
 BOMBA
 FILTRO

CANAL

ESCALA GRAFICA
 3 0 3 0 3

Fig. N°1

PARCELA DE RIEGO POR GOTEO - LA MOLINA

4. Filtro.-

El filtro es del tipo cilíndrico en cuyo interior se encuentra una malla de 200 mesh, 1.6 ft² de área y 75 g.p.m. (5 lts/seg) de capacidad máxima. Manómetros instalados en la entrada y salida indican cuando es necesario efectuar una limpieza de la malla, por diferencias de presión.

5. Tubería Principal.-

Es de material PVC, de 2" de diámetro, enterrada a 0.80 m debajo de la superficie del terreno y 55 m de longitud.

6. Tubería de Conexión Múltiple.-

Es la tubería que distribuye el agua hacia las laterales. Su disposición es transversal a la dirección de los laterales y existen en número de cuatro unidades independientes entre sí.

Cada una está provista de válvula y manómetro para controlar la presión y caudal que ingresa a los laterales.

La tubería es de PVC, con diámetros que varían entre 1 1/2" a 1 1/4" según el número de laterales que alimenta cada tramo.

A fin de distribuir mejor la presión, los múltiples están en la parte central del terreno de donde nacen los laterales a ambos lados, con lo cual se acorta la longitud de los mismos.

7. Tubería Lateral y Goteros

La tubería lateral es una manguera de plástico flexible de 0.58" de diámetro con goteros instalados cada 0.50 m. Corren paralelas entre sí a 0.80 m de distanciamiento.

Los goteros emiten 4 lts/hora (1 gph) trabajando a 1 atmósfera de presión, son autolavables del tipo " recorrido largo ".

8. Información Básica para el Diseño

El campo es de 44 x 76 m. con pendiente uniforme de 0.0067 en sentido transversal a los laterales, con la fuente de agua ubicada tal como indica la Fig. N° 1.

El suelo es franco y profundo. Pruebas realizadas en el campo indicaron que un caudal de 4 lt/hr. producía un volumen sustancial humedecido sin agua sobrenadante en la superficie.

El campo será usado para cultivos en hilera de período vegetativo relativamente corto (maíz, frijol, sorgo, papa, hortalizas, etc.). Cuatro tratamientos de humedad serán aplicados a grupos de hileras en forma randomizada, con 3 repeticiones por cada tratamiento.

Las características hídricas se muestran en la Tabla N° 1.

Prof. (cm)	Humedad Aprovechable (cm)	Dens. Ap. (gr/cc)	% Hum. en base a Vol.	
			θ_{cc}	θ_{pm}
0- 25	1.7	1.73	20.8	14.0
25- 50	2.6	1.64	22.3	11.8
50- 75	4.4	1.35	24.3	6.9
75-100	5.8	1.32	31.2	8.2
100-125	4.8	1.32	31.9	12.7
125-150	3.4	1.38	22.8	9.4

Textura	Franca
Cultivo	Maíz con 0.8 m. de espaciamiento entre hileras
Prof. de raíces (z)	1.25 m.
ET max	142 mm/mes x 1.15 = 163 mm/mes (Enero)
T	163/31 = 5.27 mm/día.

9. Selección y Características de los Goteros

Se han seleccionado goteros tipo "recorrido largo", de 4 lt/hr. a una presión de trabajo de 1 a.t.m., cuya principal característica es que son lavables con un simple movimiento mecánico. Ello permite reducir el problema de obstrucción por sedimentos y formaciones orgánicas ya que por razones económicas nuestro sistema contaría con solamente un filtro de malla y no una batería), obviando así la sensibilidad a la obstrucción que tienen los goteros de flujo laminar.

Es importante anotar que un espaciamiento de 1 m. entre goteros para suelos francos y caudales de 4 lt/hr, es recomendable. Sin embargo hemos usado un espaciamiento entre goteros de 0.5 m., debido a que la manguera lateral con goteros a ese distanciamiento fue donada por el AID y transportada desde

El Salvador, en donde se conducía una parcela con suelos volcánicos. Ello no representa un problema técnico y por el contrario asegura una máxima uniformidad de humedad en el suelo, lo cual es importante en un experimento de interacción agua-nutrientes para determinar niveles de producción y usos consuntivos.

10. PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LA INSTALACION

La no disponibilidad en el mercado nacional de ciertos accesorios hidráulicos de PVC y galvanizados como conexiones tees, codos, reducciones, uniones, etc., tanto en dimensiones como en tipo de rosca para la conexión de laterales a múltiples, fue el principal problema encontrado en la instalación del sistema.

Se probaron hasta 3 maneras diferentes de conectar los laterales a múltiples combinando varios accesorios o haciendo adaptaciones en algunos (principalmente en PVC). El más económico fue usar una sola salida del múltiple para conectar 4 laterales con manguera flexible, tal como indica la fig. N° 1.

11. EVALUACION TECNICA DEL SISTEMA

Con el fin de probar el sistema y ganar experiencia en la operación y mantenimiento, se realizó un cultivo de zapallito italiano (zucchini) en hileras espaciadas a 1.60 m.

Se efectuaron riegos uniformes para las cuatro subunidades cada vez que tenosímetros instalados convenientemente indicaban una lectura de 25 centibares a 30 cm. de profundidad. Después de 3 meses de funcionamiento cosecharon 4,600 Kg. de zucchini (14 Ton/ha) siendo los frutos de calidad superior a la que se encuentra en el mercado local. La proliferación de malas yerbas disminuyó notablemente, al igual que la mano de obra en las labores agrícolas.

El problema más serio con que se ha tropezado es la obstrucción de los goteros con arcillas y limos que pasan la malla de 200 mesh, así como formaciones orgánicas.

La Tabla N°4 muestra la medición de caudales de goteros situados en ciertos laterales que se realizó en el campo, al cabo de 3 meses de funcionamiento del sistema, para evaluar la uniformidad de emisión (EU') en cada subunidad, utilizando la metodología recomendada para tal fin (Ref. 9,9,10).

La Tabla N°4 nos muestra los valores :

$$EU' = 100 \frac{q_{n'}}{q_{a'}}$$

en donde : $q_{n'}$ es el mínimo promedio de 1/4 de las observaciones

$q_{a'}$ es el promedio de las observaciones

y el valor
$$EU' = 100 \frac{1}{2} \left(\frac{q_{n'}}{q_{a'}} + \frac{q_{a'}}{q_{x'}} \right)$$

en donde q_x es el máximo promedio de 1/8 de las observaciones.

La uniformidad de emisión encontrada para los 4 casos es 80% en promedio menor que el 90% mínimo recomendable.

La diferencia de presiones entre la entrada a los laterales y el final, durante la prueba, fue de 0.2 Kg/cm^2 , es decir 2% con relación a la presión de ingreso. Ello demuestra que las pérdidas de carga por fricción se mantienen por debajo del máximo recomendado (2% - 10%) y no afectan la uniformidad de emisión de los goteros que son de flujo laminar.

La obstrucción de goteros con partículas de limo, arcilla y formaciones orgánicas son la causa principal de la baja uniformidad de emisión verificada después de 3 meses de funcionamiento, tal como se observó en el corte longitudinal practicado en un gotero. No se encontraron formaciones de tipo químico. Ante la limitación económica de poder usar un sistema de filtros más sofisticado como los de grava y arena graduada que impiden el paso de material orgánico, en conexión con un filtro de malla de 200 mesh, será necesario efectuar el "lavado" consiste en aumentar la sección del flujo en el gotero mediante un simple movimiento, con lo que se logra una turbulencia y descarga alta que disturba y desprende cualquier sedimentación ó formulación orgánica incipiente. También será necesario destapar el extremo final de los laterales, dejando fluir el agua libremente.

El humedecimiento de la superficie del terreno (ver Fig. N° 4) fue de 100% a 30 cm. por debajo de la superficie, habiéndose mantenido a capacidad de campo como indicaron las lecturas de tensiómetros. El radio del círculo húmedo en la superficie fue de 0.30 m.

El manejo del sistema es sencillo y práctico, estando la frecuencia de riego sujeta a los controles de humedad del suelo que se hagan con tensiómetros y/o con dispersión de neutrones; pero la inspección periódica de goteros obstruidos es laboriosa, y continua.

Después de 3 meses de funcionamiento del sistema y dada la turbidez del agua por material en suspensión, la obturación sistemática de los goteros no ha llegado a extremos críticos, por lo que consideramos son satisfactorios.

12. PROYECCION DEL USO DEL SISTEMA

Aspectos Básicos

- a) El sistema ha sido diseñado con el fin principal de realizar ensayos interacción agua-fertilidad-rendimientos en cultivos principales del país como maíz, frijol, papa, etc.

La Fig. N° 4 nos muestra como se distribuyen los 4 múltiples y sus respectivos laterales. Cada múltiple puede ser operado independientemente y como se ha mencionado anteriormente, pueden aplicarse cuatro diferentes láminas de riego ya sea variando los tiempos -

de aplicación o las frecuencias.

La distribución de los diferentes grupos de laterales es randomizada tal como se ilustra en la Fig. N° 7 con 3 repeticiones o franjas por tratamiento de riego. Los tratamientos de riego son cuatro.

Cada franja esta formada por 4 laterales distanciados 0.80 m. entre si y serán divididas en subparcelas de 12 m. de largo. De esta manera conseguiremos hasta 6 diferentes niveles de fertilidad (Nitrogeno) con 3 repeticiones.

El sistema así diseñado nos permitirá obtener abundante información para la obtención de superficies de producción en interacciones agua-nutrientes.

La información básica que se obtendrá será extendida a los agricultores mediante un futuro Programa Nacional de Extensión.

- b) El sistema es versatil y flexible permitiendo realizar una serie de combinaciones de factores que influyen en la producción como agua, fertilizante; densidad de siembra, variedad de cultivo, insecticidas, etc.
- c) Además de cumplir con un sistema de facil operación y precisión en la distribución y control del agua para los experimentos de interacción en el Perú, el sistema es demostrativo de la técnica de riego por goteo.

Paralelamente a lo ya mencionado, se realizarán investigaciones técnico-económicas que nos señalen las posibilidades de uso ó restricciones del sistema de riego por goteo para las diferentes regiones del país en cuanto a tipos de clima, suelos, cultivos y factores sociales, como una alternativa para solucionar la escasez de agua para la agricultura y como un medio de aumentar la frontera agrícola.

Tales investigaciones serán hechas sistemáticamente sobre los siguientes aspectos :

Aspectos Económicos

- a) Costos de técnicas de aplicación del agua para determinados cultivos en comparación con el riego por goteo, en condiciones similares, así como de remoción de beneficios económicos.
- b) Determinación del tamaño óptimo de parcela según la capacidad de la unidad de control (bomba, filtros, válvulas, tanque, fertilizantes, etc.)
- c) Determinar que factores afectan significativamente los costos del sistema tales, como espaciamentos máximos de laterales y goteros según tipos de suelo cultivo y clima.

En el diseño de nuestra parcela experimental hemos usado espaciamientos y tiempos de aplicación cortos. Reduciendo el caudal de los goteros y diámetro de laterales prolongaríamos el tiempo de aplicación y reduciríamos costos, obteniendo también un mayor rango de pérdidas de carga en los laterales lo que significaría menor uniformidad de emisión en favor de la economía siempre que no se dañe significativamente la producción; sin embargo, desde el punto de vista de experimentación para la obtención de información básica de interacción agua-nutrientes en la producción y usos consuntivos, la uniformidad de emisión es importante y los costos de experimentación resultan más altos que una explotación comercial. Además, el hecho de que se trabaje 8 horas/día no permite prolongar los tiempos de funcionamiento del sistema, ya que no habría personal que opere ó cuide el sistema.

Determinar que materiales disponibles en el mercado nacional pueden reemplazar con ventajas económicas al material y equipo extranjero. Actualmente no existe fabricación nacional de los elementos del sistema por goteo (goteros, mangueras, conexiones, filtros, etc) por lo que los costos de equipo, materiales e instalación para una parcela experimental son altos. Sin embargo, este problema habrá de disminuir con la adopción y extensión del sistema de niveles comerciales.

4.3 Aspectos Técnicos

- a) Determinación de efectos del riego por goteo sobre la producción de ciertos cultivos.
- b) Adaptación específica del riego por goteo o diferentes suelos, cultivos, climas, topografía y ambientes socio-económicos.
- c) Interacción de fertilizantes en el suelo con la aplicación del agua.
- d) Movimiento del agua en el perfil de suelo, problemas de salinidad y comportamiento de los nutrientes con el riego por goteo.
- e) Integración de los resultados obtenidos en la parcela experimental a campos destinados para la explotación comercial.
- f) Problemas en cuanto a calidad del agua y dispositivos que mejor eviten la obstrucción de los goteros; sistemas de inspección y limpieza.

Fig. N°6

DISTANCIAMIENTO ENTRE GOTEROS Y
LATERALES; RADIO DEL CIRCULO HUME-
DO EN LA SUPERFICIE.

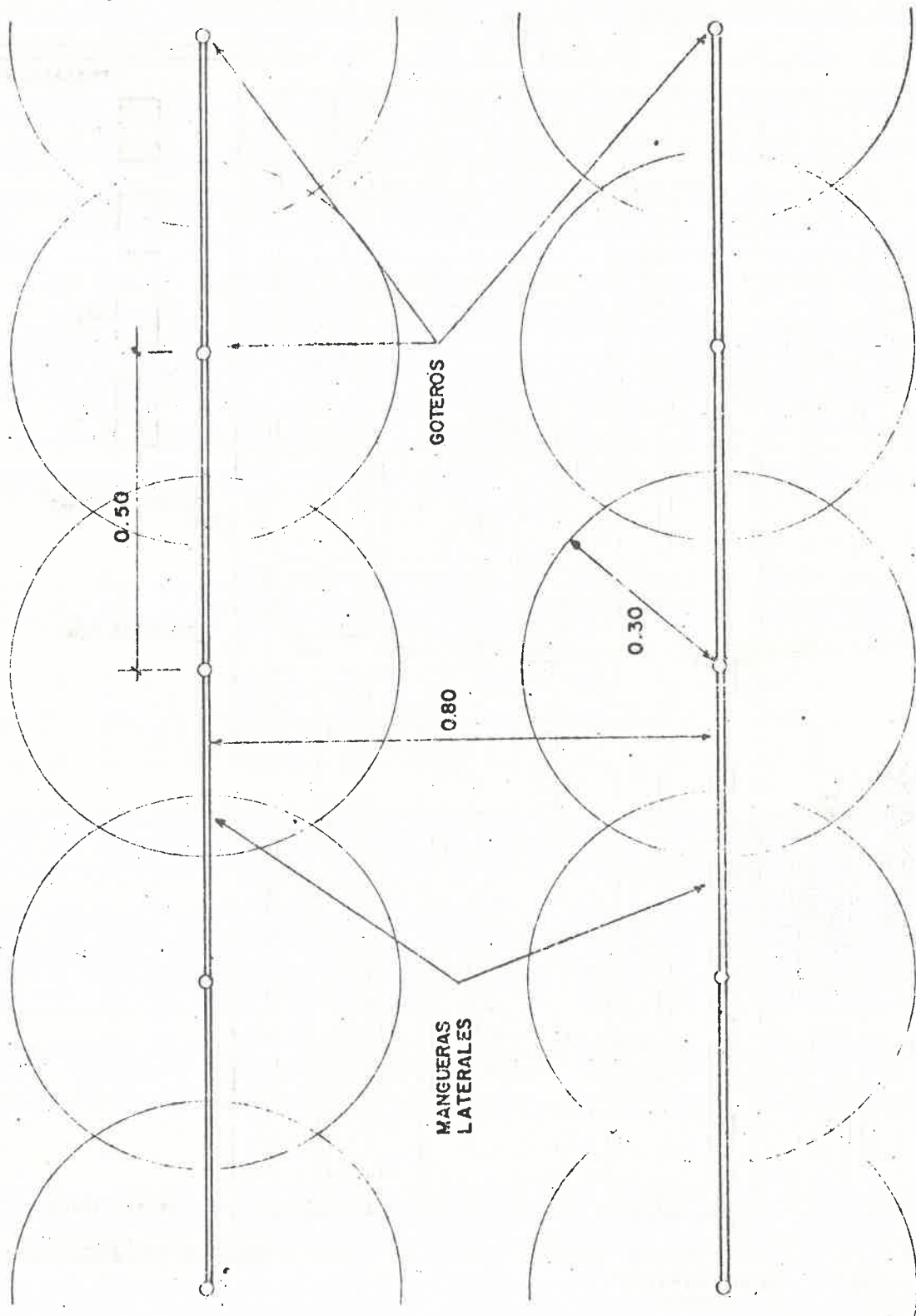
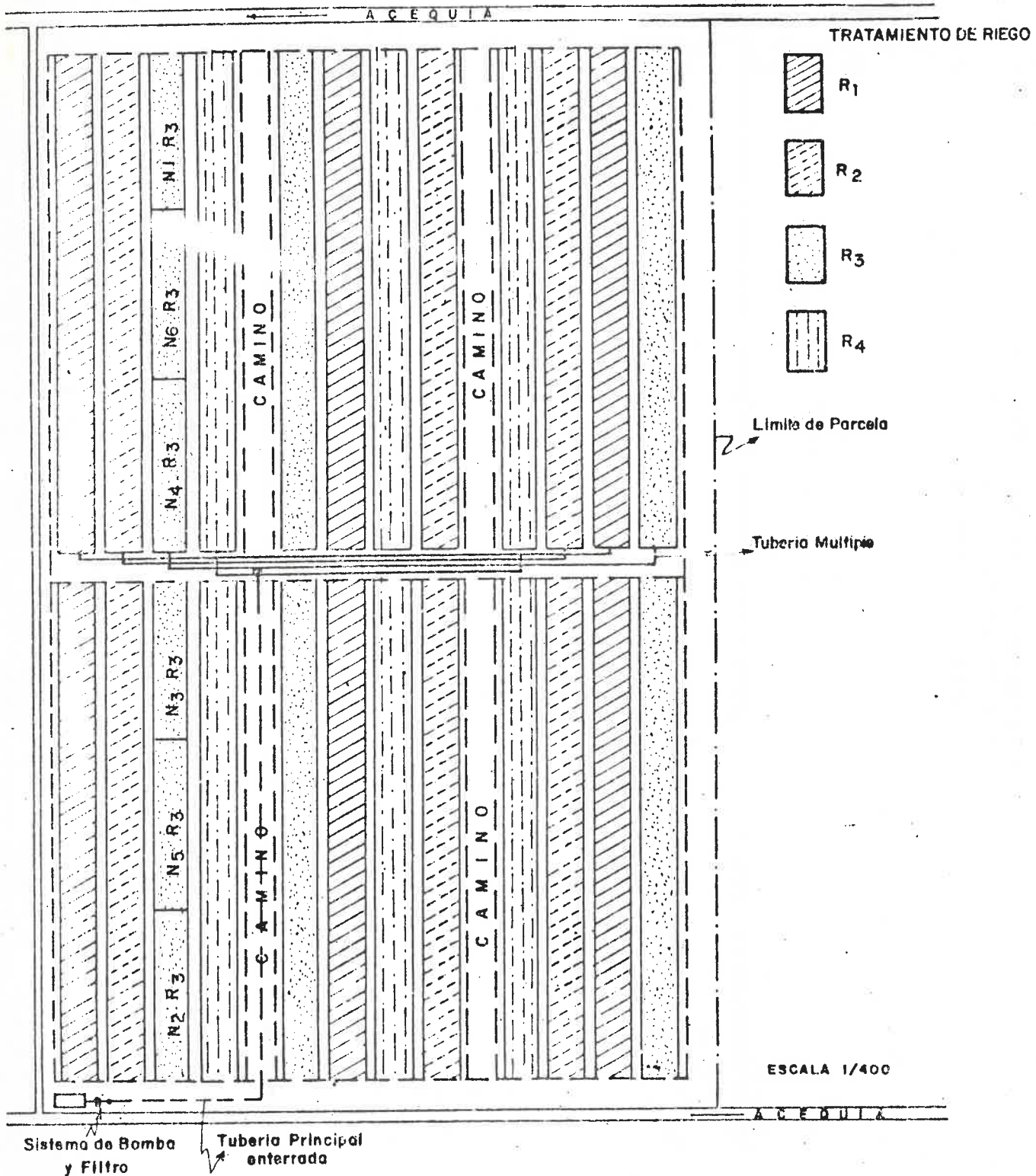


Fig N°7
 DISPOSICION DE LA TUBERIA MULTIPLE Y
 SUS LATERALES PARA APLICAR 4 DIFE.
 RENTES LAMINAS DE RIEGO.



ESCALA GRAFICA

A N E X O N º 2

INFORME DE AVANCE SOBRE LAS INVESTIGACIONES EN RIEGO POR AS- PERSION Y GOTEO DE LA ESTACION EXPERIMENTAL DE SAN-CAMILO - AREQUIPA

El objetivo de todo riego es la restitución de la humedad en toda la profundidad del área radicular del cultivo y a la capacidad de campo, es decir, restituir el agua perdida por la evapotranspiración desde el último riego.

En zonas áridas, el uso eficiente de agua es muy importante por la escasez de este recurso, comparando estos tres sistemas de riego, resulta que los más eficientes son el de aspersión y goteo, y hay que adoptar el uso de estos sistemas en cada caso técnicamente posible en el desarrollo agrícola.

- Riego por Gravedad

El sistema más antiguo y más simple de los tres, es el sistema de riego por gravedad. En este sistema se inunda el campo durante un cierto tiempo, que es determinado según las características hídricas del suelo y el requerimiento de agua del cultivo. Este método es apto para una gran variedad de suelos y para muchas condiciones climáticas y topográficas.

Ventajas

- Su costo de instalación es relativamente barato.
- Su mantenimiento es muy simple.
- No hay humedecimiento de hojas, por lo que se evitan enfermedades fungosas.
- Se puede regar a cualquier hora del día.
- En época de abundancia, el agua trae limo que ayuda a mejorar los suelos.

Desventajas

- Se requiere mucha mano de obra.
- Cuando no hay buena nivelación, el humedecimiento del suelo no es siempre uniforme.
- El diseño de las melgas y los surcos está generalmente hecho por el mismo agricultor y que casi siempre hay errores y con

ello pérdida de agua.

- El uso de estos sistemas en suelos arenosos significa mucha pérdida de agua.
- Riego por Aspersión

Consiste en aplicar agua a manera de lluvia. Es un sistema de tecnología avanzada que obliga para su manejo y mantenimiento a planificar, coordinar, organizar y cooperar entre agricultores.

Ventajas

- Se distribuye más uniformemente el agua en el campo.
- Se consigue una alta eficiencia de riego (75%) permitiendo ahorro de agua.
- No es necesario hacer nivelaciones precisas que generalmente son costosas y críticas, ya que la capa de buen terreno puede ser malograda, bajando de esta manera su fertilidad.
- Permite sembrar casi la totalidad de terreno, pues no existen canales, bordos ni acequias.
- Se puede regar eficientemente suelos de cualquier textura.
- Los volúmenes de agua aplicados, se puede medir con exactitud.
- Se aplica la cantidad de agua con bastante exactitud, de acuerdo a las necesidades de la planta, tipo de suelo.
- Se emplean pequeños canales de agua, permitiendo riegos simultáneos de los agricultores.
- Se puede regar en los momentos más críticos del crecimiento de la planta. No se aplicarían los "mitos".
- Se puede regar de noche lográndose alta eficiencia.
- Se puede emplear accesorios y métodos que permitirían automatizar el riego.
- Al no existir desperdicios de agua por infiltración, no se presentarían problemas de drenaje.
- No provoca salinización del suelo.
- Es posible aplicar fertilizantes en el agua de riego.
- Se puede crear micro-climas diferentes al ambiente general, favoreciendo de esta manera los cultivos.
- En suelos arenosos, el riego por aspersión no lava los fertilizantes más allá de la zona de raíces.
- No permite mucho desarrollo de malas hierbas.

Desventajas

- Requiere de una alta inversión por requerirse de la instalación de tuberías a presión, líneas de riego y otros.
- El riego es sensible al viento.
- Por humedecimiento de las hojas, se presentan problemas de enfermedades fungosas.

- Riego por Goteo

Consiste en suministrar el agua a las plantas o a hileras de plantas de manera individual (tomates, maíz o para frutales).

Ventajas

- El ahorro de agua es muy alto y los rendimientos mayores.
- No se pierde agua mojando el área entre hileras y plantas evitando además, el desarrollo de malas hierbas.
- Se puede regar frecuentemente y así mantener la tensión de agua en el suelo.
- Los fertilizantes se aplican durante todo el período vegetativo, mediante el sistema de riego.
- No hay humedecimiento de hojas.
- Se puede regar a cualquier hora del día.

Desventajas

- La mayor desventaja es el alto costo que es aún mayor al de aspersión. Se Justifica su uso donde hay mucho escasez de agua y cultivos de alta rentabilidad.

2. DETERMINACION DEL REGIMEN DE RIEGO

Procedimiento

Para encontrar los regímenes de riego del Centro Experimental se ha combinado intervalos de riego (desde 2 hasta 28 días), con diferentes valores K, que es el valor que relaciona la evapotranspiración (Et) con la evaporación (Ev) es decir, $K = Et/Ev$.

El Procedimiento es el siguiente :

1. Sacar los registros de la evaporación diaria en m.m. obtenida en el tanque de clase "A".
2. Multiplicar la evaporación diaria por la constante K, elegida para obtener la evapotranspiración bruta.
3. Para determinar la evapotranspiración neta, es necesario dividir entre la eficiencia de riego que se estima en un 75%.
4. La lámina de agua a aplicarse en un riego, es el resultado de la multiplicación de la evapotranspiración bruta por el intervalo de riego elegido (expresado en m.m.)

5. El volumen de agua de riego se obtiene multiplicando la lámina de riego (m.m) por el área; es decir que el volumen vendría a ser expresado en $m^3/Ha./riego$.

3. INFRAESTRUCTURA FISICA DE RIEGO

Esta referido a todos los elementos que permiten la conducción y aplicación del recurso agua, a nivel de los cultivos en el centro experimental (315Ha) lugar de donde se han alcanzado los resultados contenidos en el presente informe.

Riego por Aspersión

El volumen de agua asignado para el sector que utiliza el sistema de riego por aspersión, es conducido por un canal y almacenado para su uso racional, en un Vaso Regulador que tiene una capacidad de $40,000 m^3$ (abastece a 1700 Ha.)

A partir del Vaso Regulador, el agua es conducida hasta los campos de cultivo, mediante tuberías de concreto prensado (Red Troncal/diámetro 800 a 500 m.m.) y asbesto-cemento (Red de Distribución/diámetro 10" a 6").

La Red Interna o líneas portátiles de riego está constituida por tuberías de aluminio (\emptyset 2" y 3"), aspersores que trabajan con una presión de $2.5 Kg/cm^2$ teniendo una precipitación de 10 m.m./hora. La operación de las líneas portátiles se realiza con un distanciamiento de 12 m. x 12 m. (entre aspersores y línea de aspersores).

Las características anotadas están justificadas mediante un diseño hidráulico que está en función a : tipo de suelo, demanda de agua por los cultivos a desarrollarse y otros.

Riego por Goteo

Este sistema utiliza la Red Troncal y Red de Distribución del sistema de riego por aspersión.

Como elementos propios del equipo NETAFIM (Israel) cuenta con las siguientes :

- Un "Cabezal", que este constituido por un medidor volumétrico, una válvula dosificadora, una válvula "Check", una válvula reguladora de presión, un manómetro, uniones varias y un filtro.
- Un tanque de fertilizantes.
- Una tubería de conducción (PVC) con diámetro de 25 m.m.

B I B L I O G R A F I A

1. CHAPIN. R, "Instalation of Drip Irrigation for Row Crops", Drip/trickle Irrigation. Vol. 2. Nº 2. 1977. Pág. 18-19
2. Comisión Europea de Agricultura, Grupo de trabajo sobre Recursos Hídricos y Riego, Rumanía, 1972. "Riego por Goteo" Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Roma. 1974, Pág. 160.
3. Convenio Ministerio de Agricultura - Agencia Internacional de Desarrollo (Minag-Aid) "Determinación de la humedad del suelo y su estado energético con sonda emisora de neutroneo, Lima Perú, 1977. P. 14
4. GOLBERG, D., "Drip Irrigation: Principleo Desingn and Agricultural Practiceq" Drip Irrigation Scientific Pulibcations, Israel, 1976. P. 292
5. HAMISCH, F. "Drip/trickle Irrigation pipe Network Design", Drip/trickle Irrigation, Vol. 2. Nº 1, 1977, P. 23 - 26
6. HARGREAVEO, G.H. "Manual de requerimientos de agua para cultivos bajo riego y para Agricultura de Secano". Utah State University, USA. 1976, P. 44.
7. Ho Chau, R. "Parcela Experimental Demostrativa de Riego por Goteo, Características y Diseño". Ministerio de Agricultura, Lima, Perú. 1977. P. 23
8. MERRIAM. J. Keller, J. Alfaro, J. "Irrigation System Evaluation an Improvement" Agricultural and irrigation Engineerino/utah Water regearch. Laboratory. USA 1973, P. 163.
9. SALOMON, K. "An Introduction to Emission Univormity" Drip/trickle Irrigation, Vol. 1 No. 2. 1976. P. 6-11.
10. WHITING. R.E. "Fertilizer an Drip/trickle", Drip/trickle Irrigation. Vol. 1. Nº 1. 1976. P. 25 - 26.

- Tuberías de distribución o ramales de 12 y 16 m.m. de diámetro (PVC), los mismos que sostienen los goteros. La descarga de estos goteros con una presión de 1 Kg/cm², descargan 4 lt/hora.

4. RESULTADOS OBTENIDOS CON EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CULTIVOS, PERIODO VEGETATIVO Y RENDIMIENTOS.

CULTIVOS	Variiedad	Rendimiento Kg/Ha.	P. V. días	Consumo Pro medio agua	Relación Kg/m ³
<u>Hortalizas *</u>					
Tomate	Marglobe	80,000	160	9,000	8.9
<u>Cucurbitacea*</u>					
Sandía	Peacok Im - proved.	25,000	150	8,000	3.1
<u>Frutales</u>					
Manzano	Delicious Validiva	-	-	-	Fase Instalación **
Vid	Quebranta	-	-	-	Fase Instalación **

* Resultados de ensayos preliminares

** Se aplica una lámina de agua de riego de 17 m.m. cada 3 días con goteros NETAFIM (Israel) con descargas de 8 lt/hora.

PROGRAMAS DE FORMACION ACADEMICA PROFESIONAL,
CAPACITACION TECNICA Y ACTUALIZACION EN IRRIGACION

ING. HERMES NOYOLA ISGLEAS
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE IRRIGACION
UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
CHAPINGO, MEXICO
MEXICO

La Escuela Nacional de Agricultura, hoy Universidad Autónoma Chapingo, es una de las Instituciones de Enseñanza Agrícola Superior pioneras en Latinoamérica, al ser fundada en febrero de 1854 en San Jacinto, Distrito Federal, con el propósito de contribuir a la formación de profesionales dedicados al mejoramiento de la agricultura, y de aprovechar mejor y mas racionalmente los recursos agropecuarios reales y potenciales de la República Mexicana.

Debido a la necesidad de ampliar y dotar de mejores instalaciones para el cumplimiento de sus fines, la institución es trasladada en 1924 a la ex-hacienda de Chapingo, en el Estado de México, donde se -- reacondicionan y construyen aulas, laboratorios, campos de práctica y de experimentación. Actualmente y al paso del tiempo, las instalaciones se han ido adecuando a las necesidades de la ciencia y del país, - tornándose en una gran institución educativa, formadora de técnicos de

buen nivel académico, con gran espíritu de servicio en pro del sector agrícola del país.

Son los Departamentos de Enseñanza, Investigación y Servicio, las entidades académicas que estructuran a la Universidad de Chapingo, de manera tal que de ella se forman a nivel de licenciatura, Ingenieros Agrónomos dentro de las siguientes especialidades: Bosques, Economía Agrícola, Fitotecnia, Industrias Agrícolas, Parasitología Agrícola, Sociología Rural, Suelos, Zonas Aridas, Zootecnia e Irrigación.

Haciendo referencia al caso particular del Departamento de Irrigación, éste tiene por objetivo el estudio del agua en sus diferentes fases del ciclo hidrológico y su aprovechamiento dentro de la actividad agrícola, formando profesionales con una preparación técnica que les permita realizar estudios fundamentales para lograr el aprovechamiento, en forma eficiente y económica de los recursos hidráulicos para usos múltiples, especialmente para el riego; así como también proyectar, calcular, construir y operar, las estructuras hidráulicas que sirven para almacenar, conducir, distribuir y medir el agua en su uso agrícola, regulando los regímenes químico-biológicos y de humedad-aereación de los suelos por medio del riego y del drenaje, estando en la capacidad de evitar y/o controlar cualquier proceso de en salitramiento de los suelos, para establecer las condiciones necesarias por las plantas cultivadas y obtener de ellas su máximo rendimiento.

Para el cumplimiento de sus objetivos el Departamento de Irrigación se encuentra dividido académica y administrativamente en cinco secciones, de las cuales cada una de ellas, comprende las áreas del conocimiento en que se subdivide la especialidad de Irrigación.

La sección de Matemáticas y Estadística, tiene por objetivo proporcionar a los estudiantes los elementos básicos de matemáticas y estadística necesarios para el mejor análisis de los fenómenos que se presentan a través del conocimiento de la ciencia, siendo soporte fundamental para el entendimiento de cursos posteriores, que son parte medular de la especialidad.

A través de los miembros de esta sección se proporciona la asesoría y apoyo necesario, a los alumnos que inician sus trabajos de tesis profesional o a profesores que realizan trabajos de investigación.

Parte fundamental de la sección es el laboratorio de cómputo, a través del cual se capacita al estudiante en el uso de las técnicas computacionales para la solución de sus problemas y optimización de su trabajo, así como el servicio que a través del mismo, se proporciona no sólo para el control de las actividades académicas, sino también para las administrativas.

A la sección de Aprovechamientos Hidráulicos, le corresponde el control de las asignaturas que comprenden desde el estudio hi -

drológico de las cuencas, su adecuado aprovechamiento, hasta el diseño de las estructuras hidráulicas necesarias para el correcto y óptimo funcionamiento del sistema de riego. La sección cuenta con un amplio laboratorio de hidráulica, donde los estudiantes pueden observar y comprobar todos los principios fundamentales de la misma, tanto en tuberías como en canales; así como practicar los diferentes métodos para la medición del agua a través de un canal, un orificio, un vertedor, etc.

Es de particular importancia la búsqueda de estructuras aforadoras prácticas, económicas y exactas, para su utilización a nivel parcelario, para lo cual existe un taller adecuado a dicho fin, en el que se le da forma a los proyectos de investigación generados por los investigadores de esta sección, para su posterior prueba y comprobación de su comportamiento en la parcela.

Se cuenta además con una sección de modelos hidráulicos, por medio de la cual es posible tanto para los fines de enseñanza como para los de investigación, probar el comportamiento de las diferentes estructuras u obras hidráulicas en cuestión, siendo de particular interés el reproducir "obras tipo", con la finalidad de que el estudiante observe en la práctica cual será el comportamiento hidráulico de una estructura determinada.

La sección de Riego y Drenaje, tiene por función el estudio de todos los aspectos referentes a la aplicación eficiente del riego

a los cultivos dentro de la parcela, así como el estudio de las diferentes alternativas para el desalojo de aguas excedentes, así como el estudio de los procesos de ensalitramiento de los suelos y de la contaminación de las aguas de riego, a fin de evitar perjuicios a los cultivos.

Para el cumplimiento de sus fines, la sección cuenta con un laboratorio de análisis químico de suelos y aguas, en el cual los estudiantes de nuevo ingreso a la especialidad se familiarizan con los fenómenos y el comportamiento de los elementos químicos. Se cuenta además con un laboratorio de salinidad, dotado de equipos de alta precisión a efecto de que en él, los estudiantes de años superiores puedan llevar a cabo sus prácticas de relación-agua-suelo-planta y de salinidad, así como los profesores-investigadores procesar sus trabajos a través de dicho laboratorio. Conviene señalar que una actividad fuerte de este laboratorio, es el servicio de análisis de suelos y aguas que se proporciona a estudiantes y profesores de otros departamentos académicos, exclusivamente para sus trabajos de investigación.

La sección cuenta además con Laboratorio de Ingeniería de Riego, el cual está formado de dos campos: Tlapeaxco y Montecillo. El primero está integrado por las oficinas del personal docente, talleres, bodegas y almacén de maquinaria agrícola. Este laboratorio se encuentra ubicado fuera de la zona urbana de la Universidad, dentro de los campos de cultivo, a efecto de que los estudiantes realicen sus prácticas en instalaciones de campo, en condiciones de campo, y con aparatos y equipos también diseñados para el campo, pretendiéndose garantizar

de esta manera que los trabajos ejecutados por los estudiantes sirvan para enfrentar ante ellos mismos, los conocimientos transmitidos en el aula con la práctica manual y operativa realizada en el campo. En to dos los casos se ha hecho esfuerzo para que exista la infraestructura necesaria para el cabal conocimiento de las variantes en sistemas, mé todos y técnicas, y sea el criterio de la persona quien defina ante u na situación dada, la opción adecuada a elegir.

Dentro del campo Montecillo, se han diseñado e instalado los principales sistemas o métodos de riego, de manera tal que el estudiante tenga la posibilidad de conocer las condiciones necesarias para el diseño, cálculo, operación y el mantenimiento de un equipo para riego. Con el anterior criterio se ha instalado un sistema de riego por as -- persión tradicional, un equipo de aspersión fijo de pivote central, - un lote con equipo semi fijo también de aspersión de avance lateral, - un sistema de riego por aspersión mediante aspersores gigantes o mini cañones y todos ellos, dentro del área de los sistemas presurizados -- de riego por aspersión.

Existe otra área en el mismo campo, donde se localizan los trabajos de riego presurizados por goteo próximamente los de minias - persión, teniendo como variables en estos trabajos diferentes culti - vos (hortalizas y frutales), así como diferentes productos del merca - do en lo que se refiere a tuberías y goteros.

Otra área importante en este campo, es la destinada al méto do de riego superficial, con las variantes existentes: surcos, melgas,

corrugaciones, etc. Como en los casos anteriores, además de las prácticas en dichos campos por parte de los estudiantes, se llevan a cabo trabajos de investigación y producción por parte de los profesores de la misma sección.

La sección de Meteorología Agrícola, tiene por objeto difundir los conocimientos relativos al clima sobre la base de la intensidad, duración, frecuencia y época de cada uno de sus elementos (lluvia, viento nubosidad, temperatura, etc); y la relación de éstos, con las diferentes etapas de desarrollo de los cultivos, así como el análisis de las estadísticas climatológicas y registros fenológicos. Para apoyar su acción, la sección ha instalado diferentes estaciones -- dentro del área de influencia de la institución, siendo las principales la estación meteorológica Chapingo, de la cual se cuenta con información computarizada de 50 años a la fecha, emitiéndose un boletín climatológico mensual, como auxilio a los trabajos de investigación -- realizados por las diferentes áreas de la Universidad.

La estación Agrometeorológica Montecillo, es una estación -- de reciente creación y que por sus características viene a ser una de las primeras y más completas del país, instalada según los lineamientos fijados por la Organización Meteorológica Mundial, con la que se espera poder apoyar debidamente todos los trabajos que se llevarán a cabo dentro del Laboratorio de Ingeniería de Riego lugar donde se encuentra ubicada. Mediante esta sección se proporciona apoyo académico a otras áreas que requieren de este conocimiento, así como el ser-

vicio de instalación y calibración de diferentes aparatos meteorológicos a instancias de la Universidad que así lo solicitan.

Por último tenemos la Sección de Construcciones Agrícolas, la cual se encarga de coordinar todas las materias aplicadas al diseño y cálculo de las estructuras agropecuarias, así como en lo que se refiere al diseño y a la estabilidad de las obras hidráulicas. Tiene por objeto el estudio de los procedimientos y materiales usados en la construcción, así como su comportamiento como materia prima dentro de las estructuras. A efecto de poder estudiar el comportamiento de las presas de tierra o de materiales graduados, obras que tienen un gran impacto e importancia en nuestro país, la sección cuenta con un laboratorio de Mecánica de suelos y resistencia de materiales, mediante el cual los estudiantes de años superiores de la especialidad, prueban las condiciones de estabilidad de las estructuras, en una zona en estudio determinada.

Se pretende profundizar en la investigación de los diferentes materiales de construcción disponible en el agro mexicano, a efecto de proponer alternativas para la solución de la habitación campesina o rural.

El Departamento de Irrigación en forma complementaria a la actividad docente dentro de su aulas, participa con sus alumnos en programas de capacitación y cursos específicos, dentro de organismos como el Centro de Capacitación "Benito Juárez" en el Carrizo, Estado

de Sinaloa, y el "Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego" en Gómez Palacio, Durango, ambos dependientes de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y cuya participación es importante -- por el intercambio de experiencia de quienes ahí asisten.

Adicional a lo anterior, el Departamento de Irrigación ha diseñado un programa de Educación Continúa, el cual consiste en la -- programación sistemática de cursos cortos sobre diferentes tópicos relacionados con la especialidad, dirigidos fundamentalmente a los egresados de este Departamento y profesionales de otras áreas, interesados en el tema en cuestión y con deseos de actualizar, reforzar, o adquirir conocimientos sobre el mismo. Estos cursos son periódicos y -- escogidos según la importancia del tema a tratar con las acreditaciones correspondientes.

Existen otros cursos impartidos por el Departamento, mismos que son diseñados a petición expresa de cualquier organismo oficial o privado para la capacitación a su personal, como ha sido el caso de -- la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, diferentes Universidades tanto de la Capital como de los Estados, Bancos Oficiales, etc. Bajo este programa se tiene también actividades a nivel internacional, como la reciente solicitud de nuestra hermana República de -- Costa Rica, a la cuál se le proporcionará capacitación de profesionales de ese país en el aspecto de Operación de Distritos de Riego.

Con el interés de que el Departamento se mantenga en permanente comunicación con sus similares nacionales e internacionales, ha

impulsado una política de participación en Seminarios, Cursos, Congresos y Conferencias, con la intención de que sus académicos presenten sus trabajos ante esos eventos y establecer los contactos necesarios, para la posterior consecución de convenios de intercambio y cooperación académicos, como los suscritos con instituciones educativas nacionales e internacionales, enorgulleciéndonos citar en particular, el suscrito recientemente con el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras de Mérida, Venezuela.

Con la intención de apoyar las actividades de enseñanza e investigación en irrigación y difundir las experiencias y conocimientos de sus miembros, el Departamento ha desarrollado una intensa labor editorial, publicando los principales libros de texto y consulta de sus profesores, así como reproduciendo en boletines técnicos recopilaciones bibliográficas, la mayoría de ellos sobre temas específicos en torno a la irrigación.

En forma complementaria el Departamento de Irrigación para poder cumplir con los propósitos ya citados, cuenta con una infraestructura suficiente que le permite en forma adecuada cumplir con sus objetivos académicos, proporcionando al personal docente todos los elementos materiales, audiovisuales y de apoyo necesarios, para el mejor desempeño de su función. El alumnado cuenta con las facilidades de áreas de trabajo y estudio mínimos indispensables, que le faciliten el cumplimiento de su propósito como lo es una sala de diseño, biblioteca especializada, cubículos de estudio para estudiantes de último año, invernaderos, taller de impresiones, etc..

Finalmente y con la intención de complementar y reforzar debidamente los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, y así poderlos enfrentar con la realidad, existe un programa de viajes de -- prácticas anuales para cada grupo académico, mismos que se llevan a -- cabo a diferentes regiones en que para este fin se ha dividido el - - país, a donde deben acudir en compañía del personal docente los gru - pos académicos para desarrollar actividades anticipadamente definidas, y observar directamente cual es la problemática particular que en ma - teria de irrigación vive el país, y cual es la del sector agropecua - rio en general.

De esta forma, el Departamento de Irrigación contribuye, de sea y se ofrece a seguir contribuyendo, a la formación de recursos hu - mnos profesionales que con sus conocimientos y esfuerzo, colaboren en la ineludible e improporogable tarea de lograr un sustancial incremen - to, no sólo de la superficie bajo cultivo del país en particular, de Latinoamérica en general, sino lo que es más importante para nuestros pueblos, lograr con la optimización de los recursos naturales, mayo - res incrementos en la producción, para la satisfacción de sus necesi - dades alimentarias.

JUNIO 1981

AVANCES DEL RIEGO POR GOTEO EN CHILE

Dr. Juan Tosso Torres.

INTRODUCCION.

El método de riego en Chile, comenzó en forma muy rudimentaria el año 1970, utilizando elementos nacionales y a niveles sin importancia económica. A partir del año 1974, el país mostró un cambio importante en su estructura política económica. Esto se tradujo en una mayor estabilización económica, apertura de mercados internacionales para exportación e importación, disminución de aranceles aduaneros en valores fijos de 10% para productos de importación, aumento y facilidad para obtener créditos en bancos nacionales e internacionales, aumento de establecimientos de cultivo de alta rentabilidad como son frutales, viñas, flores y otros, importantes inversiones en la agro-industria que aseguran el mercado de algunos productos, factores que en conjunto han permitido la introducción de técnicas más avanzadas que justifican inversiones de cierta consideración en un predio agrícola.

SUPERFICIE CULTIVADA BAJO RIEGO

En la actualidad existen 1.169.000 ha de superficie cultivada bajo riego con una seguridad de 85%. La superficie de riego eventual asciende a 726.000 ha. Antecedentes proporcionados por la Comisión Nacional de Riego, basado en un estudio aún no publicado; existen en la actualidad los siguientes proyectos identificados : Azapa, Embalse Las As tas, Embalse El Canelo, Regadío Colina-Batuco, Regadío Melipilla-Yali, Regadío Curacaví-Casablanca, Embalse Convento Viejo, Colbún, Canal Laja-Digui - llín, Corral Victoria-Traiguén. Algunos de estos proyectos ya están por terminarse y hacia el año 1985, todos ellos se encontrarían en funcionamien

to, lo que significaría un incremento de 286.300 ha de riego con seguridad 85%, lo que significaría un incremento de 24% de la superficie regada con seguridad 85%.

SUPERFICIE Y DISTRIBUCION DE CULTIVOS EN LAS ZONAS REGADAS DEL PAIS.

El Cuadro 1, muestra la superficie de los diferentes cultivos susceptibles de ser regados económicamente a través de riego mecánico. Se agregó a esta lista, una superficie adicional que corresponde a terrenos marginales que actualmente no están siendo utilizados por sus limitaciones de pedregosidad, profundidad, textura, pendiente u otros, pero que por estar en zonas de muy buenas características climáticas para cultivos de alta rentabilidad, la microirrigación aparece como una alternativa interesante.

CUADRO 1.- Superficie de cultivos susceptibles a ser regados a través de riego mecanizado (Aspersión, Goteo, Microyet)

C u l t i v o s	Superficie en Hectáreas	
	Aspersión	Microirrigación*
Maíz	9.380	
Frejoles	111.740	
Papas	90.800	
Empastadas	99.800	
Hortalizas		105.000
Flores		600
Manzanas		17.450
Duraznos		11.140
Nectarinos		5.880
Damascos		1.840
Limoneros		8.050

C u l t i v o s	Superficie en Hectáreas	
	Aspersión	Microirrigación*
Ciruelos		2.600
Tunas		720
Chirimoyas		280
Papayos		350
Nísperos		100
Membrillos		1.250
Viñas (uva vinífera)		17.500
Uva para pisco		6.200
Uva de mesa		18.350
Naranjos		5.100
Nogales		6.050
Paltos		3.250
Cerezos		1.400
Olivos		1.500
Pomelos		70
Guindos Agríos		71
Mandarinas		25
Almendros		2.235
Suelos Marginales		16.624
T O T A L	311.720	234.635

* Microirrigación implica riego por goteo y microyet.

El Cuadro 2, ha sido obtenido a través de diferentes fuentes de información y corresponde a datos de 1980. Las fuentes de información fueron : Catastros CORFO, Instituto Nacional de Estadísticas, Oficina de Planificación Agrícola, Registro de Exportaciones. Además, se consultó a los principales viveristas particulares y finalmente se consultó a especialistas en cada rubro.

CUADRO 2.- Variación de la superficie de frutales.

	1974	1975	A ñ o s		1978	1980*
			1976	1977		
Superficie, ha	61.740	67.256	70.362	74.008	78.795	111.411
Incremento, ha		5.546	3.106	3.646	4.787	- -
Incremento, %		8.2	5.0	6.0	6.0	- -

* La cifra entregada para el año 1980, no es comparable con las anteriores, ya que en esta última se consideraron prácticamente todas las especies frutales. En las cifras anteriores, sólo se consideraron las de mayor importancia en superficie.

Se observa en el Cuadro 2, una importante tendencia a aumentar la superficie de huertos frutales y viñas. Esto es interesante si se considera que estos rubros son los más atractivos desde el punto de rentabilidad, y por lo tanto la introducción de técnicas de microirrigación se hace muy factible.

FACTORES A CONSIDERAR PARA ESTIMAR LA SUPERFICIE A INCORPORAR AL RIEGO POR ASPERSION Y MICROIRRIGACION.

De las cifras indicadas en el Cuadro 1, se desprende que 311.720 ha corresponderían a riego por aspersión y 234.635 ha a microirrigación.

Las cifras recién indicadas, corresponden a la superficie potencial actual de mercado para el riego por aspersión y goteo. Los factores que se analizarán a continuación pueden servir como índice para estimar el porcentaje de captación de dicho mercado potencial.

- a) Baja calidad del riego actual. Existen estudios realizados por el autor del presente trabajo, que prueban que los agricultores no logran

utilizan el método de riego tradicional en forma adecuada. Fundamentalmente no aplican la cantidad de agua necesaria, la mojadura del suelo es muy desuniforme, etc. Esto hace que al aplicar un riego que implique un costo adicional mayor, haga que ellos pongan gran atención en la calidad del riego. Por otro lado, el riego a través de aspersión y microirrigación, es más fácil controlar, si está bien diseñado. Esto ha provocado que las experiencias en el país muestren grandes incrementos en el rendimiento, de hasta 100 %.

- b) La mayor parte de los aspectos tecnológicos de la producción agrícola, y especialmente en frutales y hortalizas, ya han sido abordadas. Esto implica que la alternativa más inmediata de mejorar la producción es a través del riego, único factor no tecnificado hasta el momento y que a través del cual se ha demostrado que las inversiones producen gran rentabilidad.
- c) El riego mecánico trae consigo una serie de ventajas adicionales al riego mismo y que la experiencia en el país indica que constituye un factor importante para los agricultores.

Estas ventajas son : Disminución de mano de obra, disminución de malezas (en riego por goteo), las aplicaciones de fertilizantes y algunos pesticidas se pueden realizar a través del sistema de riego mejorando fundamentalmente su distribución en el terreno y por lo tanto el rendimiento de los cultivos, el mejor control del agua de riego hace que se eliminen los excesos de agua (derrames) que inundan el predio provocando deterioro de los caminos y dificultades en el paso de la maquinaria agrícola.

- d) Importante despegue de estos sistemas en corto plazo. Los factores recién indicados más los enunciados en la introducción (estabilización económica, apertura de mercados internacionales, créditos, inversiones en agro-industria), han traído como consecuencia un notable

interés de los agricultores por los sistemas de riego mecánico, haciendo que algunas firmas ya estén trabajando al máximo de su capacidad.

- e) En la actualidad y a partir del año 1975, se han establecido cinco empresas que ofrecen el servicio y la instalación de equipos de goteo y microyet, estableciendo 4.750 ha a marzo de 1981. Ellos fueron instalados fundamentalmente en huertos frutales y parronales.

Del análisis de los factores recién indicados, se puede concluir que existen en el país las condiciones para un amplio desarrollo de esta tecnología.

COSTO Y ANALISIS ECONOMICO DE EQUIPOS DE GOTEO

A continuación se describen algunos valores aproximados para instalación de riego mecánico que se cotizan en mayo de 1981, en las empresas instaladoras :

CUADRO 3.- Costo inicial de equipos de riego mecánico para diferentes distancias de plantación (En dólares americanos/ha)

Distancia de plantación (m)	Equipo de riego por goteo	Equipo de riego por microyet
3 x 3	2.700	2.950
4 x 4	2.300	2.500
5 x 5	2.000	2.200
6 x 6	1.800	2.000
7 x 7	1.600	1.800
10 x 10	1.400	1.600

Continuación Cuadro 3.

Equipos de Aspersión (US\$)

	<u>Fijos</u>	<u>Portátiles</u>	<u>Equipos de pistón</u>
Cereales y empastadas	2.650	1.900	800
Frutales	2.900	2.050	- -

Los valores indicados en el Cuadro 3, contempla el diseño, instalación y los materiales y equipos necesarios, incluyendo centro de control, tuberías hidráulicas de conducción y distribución de agua, válvulas con cables de conexión, línea de goteros y goteros. La incidencia de las diferentes partes que componen los equipos aparecen en el Cuadro 4. Estas cifras son valores promedios de varias instalaciones y en ellas se refleja la elevada incidencia de las líneas de goteros.

Se estima que el costo del diseño del proyecto, varía de 4 - 8 % del valor total de los materiales. El estudio incluye la alternativa óptima económica, planos detallados de distribución de tubería de conducción y distribución, líneas de goteros; tubos con sus correspondientes dimensiones (largos, diámetros, caudales y presiones), también se incluye un detalle del centro de control. El costo de instalación fluctúa entre 8 y 12 % del valor total de los materiales. La utilidad de las empresas instaladoras fluctúa entre el 10 y 20 % del costo total de los materiales, costo de diseño y costo de instalación.

En el Cuadro 4, aparece la distribución general de las diferentes partes de los materiales que conforman los equipos y la incidencia de ellos en los costos.

CUADRO 4.- Porcentaje de incidencia de los diferentes componentes de un equipo de riego por goteo, en relación al costo total de los materiales que lo componen (%)

Distancia entre Hileras (m)	Línea de Goteros		PVC	<u>Fittings</u>		Vál - Cables vulas	Cabezal	
	Polietil.	Goteros		Plást.	Galv.			
2.5	29.0	36.0	18.0	3.0	1.0	4.2	2.0	7.0
4.0	24.0	30.0	20.0	3.4	2.3	4.5	1.2	14.6
6.0	21.0	25.0	26.0	4.1	3.0	4.6	0.7	15.6

Las cifras indicadas en el Cuadro 4, varían obviamente en relación al tamaño de la instalación. A medida que ésta aumenta, se incrementa la incidencia de las líneas de gotero y PVC.

RENTABILIDAD DE LA INCORPORACION DE MICROIRRIGACION.

Estudios económicos de factibilidad han mostrado que la incorporación de esta tecnología, es altamente rentable para cultivos de flores, frutales y viñas (ejemplos de ésto, son algunos proyectos en que ha sido necesario obras de elevación y conducción de agua a través de tuberías de asbesto cemento por más de 1.500 m y luego el establecimiento de riego por goteo).

Los resultados económicos han sido positivos.

CUADRO 5.- Rentabilidad de algunos cultivos cuando se incorpora el riego por goteo.

C u l t i v o	Tasa interna de retorno, %
Cerezo dulce	24.2
Ciruelos	16.0
Duraznos	19.4
Almendros	23.5
Manzanos	33.3
Uva de mesa	33.5
Flores	45.5
Uva vinífera secano (incluye trans porte y elevación)	22.0
Lentejas secano	15.4
Trigo secano	2.9

Los Bancos están exigiendo una tasa interna de retorno mínima del proyecto de 15 % para asignar sus créditos con un interés anual del 12%.

INVESTIGACIONES EN RIEGO POR GOTEO EN CHILE.

Los centros que han estado realizando investigaciones de riego por goteo en forma continua, han sido principalmente la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile. Una de las investigaciones más relevantes, ha sido realizada por el INIA en el Secano de la costa de la zona de Cauquenes durante 5 años. Estos estudios han demostrado las limitaciones que presenta el Secano Costero de la VII Región cuando se realiza agricultura bajo con-

diciones de secano. Estas limitaciones hacen que la rentabilidad de algunos cultivos y, específicamente el caso de la vid, sean muy baja.

Experimentos realizados durante varios años, indican que el regar es posible aumentar considerablemente el rendimiento de este cultivo (5 a 18 ton/ha), sin dañar su calidad en la producción de vinos finos.

CUADRO 6.- Producción de vides cv.País sometidas a niveles diferenciales de riego, aplicado por goteo - Cauquenes 198h.

Tratamientos	Conducidas en cabeza kg/ha					
	1976	1977	1978	1979	1980	Promedio
Testigo (sin riego)	4.217a	6.920c	14.785c	7.731c	3.797b	7.490b
Un gotero/planta	5.298a	22.354a	31.949b	14.515b	24.106a	19.644a
Dos goteros/planta	4.298a	15.758b	38.139a	24.246a	24.906a	21.469a

P.

Tratamientos	Conducidas en espaldera					
	1976	1977	1978	1979	1980	Promedio
Testigo (sin riego)	4.880a	2.085c	5.155c	6.000b	6.820b	4.988b
Un gotero/planta	4.100a	21.400a	24.085b	20.760a	37.140a	21.497a
Dos goteros/planta	4.420a	11.860b	27.480a	21.550a	36.820a	20.426a

P.

Por otro lado, en Estados Unidos el consumo de vino se ha duplicado en los últimos 10 años y se espera un crecimiento similar para la próxima década. Considerando que las características climáticas del área en estudio son muy similares a aquella zona donde se producen los mejores vinos de California y que además estas regiones ya han sido copadas en su capacidad no existiendo posibilidades de expansión, se abre una importante posibilidad de suplir la creciente demanda de vinos finos hacia ése país con vinos chilenos que reúnen las características

solicitadas por dicho mercado.

Por tales motivos, se ha realizado un estudio que pretende determinar la factibilidad física y económica de establecer un cambio en este sector tradicionalmente de secano hacia una agricultura de riego.

Los objetivos de este estudio son :

- a) Determinar las áreas del secano costero de la VII Región climática - mente factible para el cultivo de la vid.
- b) Realizar un balance hidrológico de estas áreas con el fin de estimar la superficie potencialmente regable.
- c) Estudio económico de un proyecto realizado en la zona

Requerimientos climáticos de la Vid.

A continuación se indican estos requerimientos :

1. Temperaturas medias de los meses más calurosos superiores a 19° C (enero).
2. Temperatura media de los meses más fríos superiores a $0,6^{\circ}$ C.
3. Sumatoria de días-grados, sobre 10° C (sept-Oct.) 1.200-1.300.
4. Altitud menor de 2.000 m sobre el nivel del mar.
5. Número de horas frías inferiores a 7° C deben ser mayores de 800.

CUADRO 6.- Superficie climáticamente factible para el establecimiento de la vid.

Z o n a s	Superficie (ha)
Cauquenes	58.947
Parque Virquici	101.052
Botalcura	56.842
Cortiburia	16.842
Maquis Quirihue	27.368
La Palmilla Ñiquén	122.105
San Nicolás	33.648
T O T A L	416.804

Se desprende del Cuadro 6, que potencialmente existiría una importante superficie climáticamente apta para este cultivo.

Balance hídrico de la zona Costera de la VII Región.

Se realizó un balance hidrológico que consideró los aportes a través de aguas subterráneas, ríos, precipitaciones y las limitaciones por capacidad de uso de los suelos. Los resultados se presentan resumidos en el Cuadro 7, para aquellas subcuencas climáticamente aptas para la vid.

CUADRO 7.- Resumen de balance hídrico por subcuenca.

Subcuenca	Superficie a regar según balance (ha)	Superficie climáticamente factible.
Longaví sur	16.089.6	256.805
Dique y Perquilauquén sur	39.130.4	- -
Purapel	2.969.1	27.368
Cauquenes	6.198.8	58.947
Botalcura	- -	56.842
Curtiduría	- -	16.842
T O T A L ha	64.387.9	416.804

Se desprende de este Cuadro, que existirían alrededor de 64.388 ha que por sus características de clima, suelo y dotación de agua, podrían establecerse con viñedos bajo riego.

Debido a lo ondulado del terreno, se ha considerado que el riego mecánico a través de goteo, microyet o aspersión, puede ser una buena alternativa. Sin embargo, esta decisión deberá ser avalada por un análisis económico en cada uno de los casos.

En el área de Cauquenes se desarrolló un proyecto que consiste en la ejecución de 4.000 m de canal para transportar el agua de riego con 2 plantas de elevación de agua intermedias y una central de bombeo de 4 bombas para elevar y dar presión a un equipo de goteo que riegue dicha superficie. Previo a la ejecución del proyecto, se realizó un análisis económico para determinar su factibilidad. Los parámetros de rentabilidad (tasa interna de retorno, relación costo-beneficio y otros) entregaron resultados positivos, lo que motivó a la realización de dicho

Proyecto, la tasa interna de retorno, incluyendo conducción y elevación con plantas de bombas fue de 22 %.

BIBLIOGRAFIA DE PUBLICACIONES DE RIEGO POR GOTEO REALIZADASEN CHILE.

- ARISTIA CARLOS. Riego por goteo, mi experiencia de agricultor. Simiente (49), p. 68-71, 1979.
- AZOCAR NIEVES Y VIVANCO E. FERNANDO. Efecto de cuatro métodos de riego sobre manzanos (Var. Starking Delicious injertados en patrón enanizante EM4 en su tercer año. Tesis Univ. de Chile. 1979.
- BARRIENDOTS, D. CARLOS. Germinación de tres hortalizas sembradas a diferentes distancias del gotero y regadas con dos calidades de agua (pepino, melón, sandía). Tesis U. de Chile. 1978. 92 p.
- BOUCHON GONZALEZ, ABEL. El riego por goteo ha sido mi mejor inversión. El Campesino V 110 (5) p.34-37. 1979.
- DRECKMANN, PATRICIO. Riego por goteo. Agricultura y Tecnología (Chile) 1979. V 1 (2) p. 17.
- FERRER C, ELIAS Y GARCIA V. JOSE. Riego por goteo para terreno de secano El Campesino. 1977. V.108 (1) p. 32-33.
- FERREYRA E, RAUL; MUÑOZ G. VICTOR. Comparación de cuatro métodos de riego en manzanos (Var. Starking Delicious) sobre patrón EM4 Tesis Univ. de Chile. 1977.
- GEREDA M. RICARDO. Riego por goteo y surco en el cultivo del pimiento (Capsicum amum L. var.grossum). Cultivar Yolo wonder. Tesis Univ. de Chile 1978. 57 p.
- GUROVICH, L.A. Costo del riego mecánico por goteo, aspersion, microyot. El Campesino (Chile) V 3 (10) p.23-24. 1980.

- GUROVICH, L.A. Equipos de riego mecánico para el productor agrícola de la década del 80. El Campesino VIII (12) 22-35. 1980.
- GUROVICH, L.A. Movimiento y distribución de agua en el suelo regado por goteo. Simiente V.49 (2) p. 58-61, 1979.
- HOLZAPFEL HØBES E. Componentes del método de riego por goteo. Boletín técnico. Univ. de Concepción. N° 6. 1979.
- LAVIN A. Riego por goteo en viñedos típicos de secano. Chile Agrícola V 5 (52) p. 263. 1980.
- LAVIN, A. Y SOTOMAYOR, S.J.P. Riego por goteo en viñedos típicos de secano. Reunión técnica en vides - Cauquenes. Chillán 1980. p. 5 - 6. INIA.
- LAVIN, A., QUEZADA, M. , GARCIA DE CORTAZAR V. Y ACEVEDO, H.E. Efecto del riego por goteo sobre dos tipos de viñedos del secano en Cauquenes. Simiente V 49 (3-4) p.13. 1979.
- LAVIN, A. Riego por goteo, alternativa técnica para hacer rentables viñedos de secano en Chile central. Simiente V.49 (3-4) p.13 1979.
- LOSES, E.E. Efectos del riego por goteo y surcos con diferentes frecuencias en el cultivo del frejol. Tesis Univ. de Chile. 36 p. 1978.
- MANRIQUEZ NOVOA, I. Desarrollo de un logaritmo de cálculo de costo del riego tecnificado a nivel predial. Santiago. Chile. Tesis Univ. Católica de Chile.
- MIRANDA, N.O. Cuánto cuesta tecnificar el riego de un huerto ?. Chile Agrícola. V 5 (49) p. 165-167. 1980.
- MIRANDA, O. Riego mecánico en huertos y viñas. (aspersión, goteo y microyet). El Campesino. V 112 (4) p.38-45. 1981.
- MUÑOZ PEREIRA, A. Comparación de riego por goteo y surco en el cultivo del tomate. Tesis Univ. de Chile. 73 p. 1979.

- QUEZADA, M. Características generales del riego por goteo. Simiente. V.49 (2) 56-58. 1979.
- RIVAS, A. HUMBERTO., ACEVEDO H. E., PINTO, MANUEL. Déficit hídrico en prefloración y su efecto en la precocidad y producción del tomate cultivado bajo plástico. XXVIII Jornadas Agronómicas, Valdivia. Nov. 1977. Simiente. V 48 (3-4) p.36 1978.
- SALGADO CHAMORRO, J.L.M. Respuestas del tomate a cuatro tasas de riego aplicadas mediante riego por goteo. 1979. p. 73. Tesis Univ. de Chile.
- SOCIEDAD AGRICOLA EL SAUCE LTDA. Regando el desierto (IV Reg. Chile). El Campesino. VIII (14) p. 12-17. 1980.
- STOCKLE L, CLAUDIO. Algunas experiencias de riego por goteo en Chile. Univ. de Chile. Fac. Agronomía 1977. 20 p. INIA (A29).
- STOCKLE L. CLAUDIO. Algunas experiencias de riego por goteo en Chile. V Seminario Nacional de Riego y Drenaje. Stgo. 1976. Public. misceláneas agrícolas 1978. N° 13. p.331-359. INIA.
- STOCKLE L. CLAUDIO, FRITSCH, F. NORBERT. Riego por goteo, avances en Chile. XXVIII Jornadas Agronómicas, Valdivia. Nov. 1977. Simiente. (Incl 1978. V 48 (3-4)
- TORRES SALAZAR, J.C. Diseño de riego localizado en frutilla, utilizando materiales de bajo costo. Tesis Univ. Católica de Valparaíso. 121 p. 1980.
- TOSSO, T. JUAN. Aplicación de fertilizantes a través del riego por goteo. Chile Agrícola. p. 261-262. V I N° 32, 1980.
- TOSSO, T. JUAN. El riego por goteo. Revista La Hacienda. U.S.A. 1981.
- TOSSO, T. JUAN. Comparación del riego por goteo con métodos de riego superficiales. Chile Agrícola. Vol 5 N° 45. 1980. p. 50-52.

VILLAVICENCIO, I. Nuevas técnicas para el diseño de un sistema de riego por goteo. Simiente V 49 (2) p.61-65. 1979.

WETTKE, RICARDO. Riego localizado mediante miniaspersores o microet para huertos frutales y viñas. El Campesino V 11 (7) p 36-37. 1979.