CURSO DE CAPACITACION EN ELABORACION DE PROYECTOS

DE SUB-DIVISION DE TIERRAS

RELACION DE MATERIALES DISTRIBUIDOS

TOMO III

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.
Proyecto 206 del P.C.T. de la O.E.A.
Banco Interamericano de Desarrollo
Instituto Nacional de Colonización del Uruguay

Montevideo
1968-69

CURSO DE ELABORACION DE PROYECTOS Y SUBDIVISION DE TIERRAS

Programación de riego a nivel regional

Examen hidrológico del área estudiada.

Si consideramos que el ciclo hidrológico es unitario y cerrado, se torna necesario hacer una tentativa para integrar las diferentes formas de análisis de un esquema, que permita presentar la información básica en forma clara y poner en evidencia las características hidrológicas de una cuenca o región determinada, para conocer su potencialidad agrícola en este aspecto.

Partimos del principio que, la precipitación en forma de lluvia (P) representa el total de agua disponible. La altura medida en los pluviómetros deberá ser dividida en:

a) Agua interceptada por vegetación y evaporada directamente a la atmósfera. (Ai).

b) Agua que escurre por la superficie del suelo o a poca profundidad y alimenta los riachos y ríos. (Aes).

c) Agua que cae en áreas de alimentacion de mantos aquiferos o en suelos latosólicos, sobre roca fisurada, y que se puede considerar directamente incorporada a aquellos. (Am).

d) Agua que se infiltra en el suelo y se puede dividir asi:

1. Fraccion que queda almacenada en la zona radicular del suelo y que es transpirada por la vegetacion, o evaporada directamente del suelo. (Aa).

2. Fracción que drena lentamente, escurriendo conforme a la inclinación de los extratos impermeables y contribuyendo a la alimentación de los ríos en épocas de lluvia. (Adi)).

Los procesos descritos en a, b, c y d, no son contínuos pues son derivados de lluvias y tormentas que duran algunos días y que se repiten con cierto intervalo.

Para quantificar estos valores es necesario examinárlos considerando como una unidad la tormenta y los procesos consecuentes enumerados. Esto requiere la instalación de aparatos de medición y un análisis de sus datos. (análisis de hidrógrafos).

En ausencia de estos elementos se usan las sumas de las tormentas individuales estableciendo valores medios mensuales o anuales.

La precipitación	$P = \Sigma(Ai + Aes + Am + Aa + Adi)$	mm	(1
El Caudal	$Q = \Sigma(Aes + Am + Adi)$	mm	(2
Evapotranspiración real	$ETR = \Sigma(Ai - Ag)$	mm	(3
Y por substitución	$P = Q + ETR$	mm	(4

Esta relación se aplica a cuencas cerradas y para períodos largos. En esta expresión bajo el término ETR se incluye toda el agua devuelta a la atmósfera ya sea por intercepción o por transpiración de las masas vegetales como también por Evaporación directa de los bañados, represas o suelo húmedo.

En aquellas regiones donde no hay bosques ni otras fomaciones vegetales de cierta altura y densidad se puede formular que:

$Ai = 0$; y la ecuación 4 queda reducida

$P = \Sigma Aa + Q$ mm (5

$\Sigma Aa = P - Q$ mm (6

Como la pluviometria P y el deflúvio Q son conocidos se pude determinar la suma total del agua almacenada en el período estudiado.

La presentación y el análisis de los datos se hará como sigue:

<u>1er. Caso</u>:

Para aplicar la relación 6 en períodos cortos (en este caso de un mes), es necesario que ella se cumpla dentro del mes o sea que el agua de una lluvia que no fue retenida en el suelo, llegue al río dentro del período estudiado.

De acuerdo con aquello se calculará de esta forma el agua disponible para las plantas en aquellas reginnes donde dominan suelos residuales de baja retención de humedad, (menos de 100 mm) ya sea por ser texturas leves (predominio de poros no capilares), o por ser poco profundos.

En esta zona el agua almacenada en el perfil generalmente es inferior a las demandas potenciales de las plantas durante el tiempo transcurrido entre una lluvia y la siguiente.

La velocidad de drenaje dominante en una cuenca hidrográfica se puede observar en un gráfico de balance pluvio-fluviométrico. La variación sincronizada de las curvas indicaría retención baja y drenaje rápido.

La cantidad de agua disponible para las plantas calculada para un mes en la forma descrita se confrontará con las demandas potenciales de los cultivos, para ese mismo mes estableciendo excedentes o diferencias.

2do. Caso:

En aquellas regiones donde dominan suelos de alta retentividad (mayor que 100 mm), por ser de texturas finas (predominio de microporos) o por ser muy profundos, el proceso acumulativo de torna importante, pudiendo abastecer o exceder las demandas potenciales de evapotranspiración durante el tiempo transcurrido entre dos lluvias sucesivas.

El drenaje interno demorado de estos suelos puede provocar defluvios altos en aquellas épocas en que se suma el drenaje interno del Invierno con el escurrimiento superficial de la primavera.

Estos caudales , al ser substraídas de la pluviometría proporcionarían una cantidad de agua almacenada menor que la real.

Para evitar esto, se substraerá de la pluviometria sólo aquella parte del defluvio , que corresponda al escurrimiento superficial, que será determinado suponiendo constante el caudal , base y considerando igual al valor mínimo anual, Los excedentes mensuales serán considerados escurrimiento superficial.

La ecuación 5 se resuelve:

$$Aa = P - \sum Aes \qquad mm$$

PRESENTACION DE LOS DATOS

A. Caracterización climática de la Cuenca: Comprendiendo la información de temperaturas, pluviometria y humedad del aire, etc.

B. Cálculo de Evapotranspiración Potencial (ETP).
Han sido usadas las fórmulas siguientes:

1. Penman-Bavel: El valor de la Evapotranspiración Potencial diaria es obtenido partiendo de:

   a) Radiación solar recibida sobre la atmósfera expresada en mm. diarios de evaporación equivalentes.

   b) Insolación relativa, entendiéndose como tal la relación entre el número de horas de sol del día divididas por el número máximo de horas de sol posibles.

   c) Temperatura media diaria del aire.
   El procedimiento del trabajo fue descrito por Camargo (Ref. 1).

2. Blanney y Cliddle, modificado por Camargo

$e = (t - o,5\ T)\ p.k.$

e = E.T.P. en mm por mes

t = Temperatura media del aire en el mes considerado (°C)

T = Temperatura media anual normal de la región (°C)

p = Porcentaje de horas de luz por mes, en relación al total de horas de luz por año.

k = Coeficiente variable conforme a cultivo y su estado de desenvolvimiento: fue adoptado 0,85. (Ver Cuadro No.1)

3. Blanney y Cliddle

$u = k.p\ (0.457\ ^{To}C + 8,13)$

Las letras tienen el mismo significado que en 2.

4. Thornthwaite, segun Palmer y Havens. Adaptada por Camargo (Ref. 1) Basado en la temperatura media diária y en la temperatura media de la región.

El dato obtenido debe ser corregido conforme al número de días del mes y a la duración del número de horas de luz del día.

C. Balance pluvio-fluviométrico:

Básicamente consiste en representar gráficamente la pluviometria normal media de cada mes del año y el defluvio de la cuenca hidrográfica reducida la altura milimétrica mensual.
Como no existen estudios hidrológicos de todas las cuencas, será usado el defluvio de la cuenca más próxima cuyas características ofrezcan semejanza con la cuenca estudiada.
El cálculo del agua útil o sea disponible para Evapotranspiración Potencial se hace en la forma que fue indicada.
Para calcular la distribución mensual de lluvias sobre la cuenca estudiada es determinada el área de influencia de cada estación meteorológica, mediante los Polígonos de Thiessen, o por la fisiografia de la Cuenca. Así resulta que una cuenca puede estar caracterizada por una o varias estaciones meteorológicas.

D. Balance Hídrico:

Son seguidos los reglamentos de contabilidad propuestos por el método Thornthwaite 1948, usando la humedad aprovechable adecuada a la textura y a la profundidad del suelo.
Entrará también en el cálculo; E.T.P., y la lluvia utilizable en ET.

El resultado indicará:

a) Las deficiencias de humedad y sus fechas.

b) Los excedentes de humedad y sus fechas.

c) La evapotranspiración real.

E. Variaciones Climáticas:

Estas variaciones parecen ser propias de algunas regiones y sus valores serán cuantificados en cada cuenca, de la siguinete forma:

a) Tabulación de datos de lluvias anuales en un período lo más largo posible.

b) Representación gráfica de los datos obtenidos en(a)

c) Conclusiones al respecto del posible período de seca.(Variación cíclica).

d) Cálculo del balance hídrico del suelo para un año de sequía típico.

APTITUD DE LOS SUELOS PARA SER REGADOS

Las características físicas de los suelos aparecen resumidas en el Cuadro No. 2. Los métodos de riego recomendables según las características físicas y otros factores están resumidos en el Cuadro No. 3. Las eficiencias de riego según suelo y método están indicadas en el Cuadro No. 4.

CUADRO No. 1

Coeficiente k en la ecuación de Blanney y Cliddle para varios cultivos

Rep. Dominicana 17°30 N.

Naranjas y limones	0.45
Aguacate (paltas)	0.50
Hortalizas	0.60
Frijol	0.60
Tomate	0.65
Papa	0.65
Tabaco	0.70
Café	0.70
Maiz	0.75
Caña de azucar	0.80
Banana	0.80
Arroz	1.00

Israel

Maiz	0.65 - 0.75
Remolacha	0.65 - 0.75
Alfalfa	0.80

Mendoza

	Medio estacional	Máximo mensual
Alfalfa	0.85	0.95 - 1.25
Maiz	0.65	0.75 - 0.85
Algodón	0.70	0.75 - 1.10
Frutales hoja caduca	0.65	0.70 - 0.95
Arroz	1.00	1,00 1,30

TABLA REPRESENTATIVA DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO

TEXTURA DEL SUELO	Infiltración básica mm/hora	Espacio poroso %	Peso Específico aparente	Capacidad de campo %	Coeficiente de marchitez %	HUMEDAD DISPONIBLE		
						Peso Seco %	Volumen %	mm agua cada 10cm. suelo
	Ib	N	As	Wc	Wm	Pw = Wc - Wm	Pv=Pw-As	$d = \frac{Pw}{100} AsD$
ARENA	50 (25 - 250)	38 (32 - 42)	1.65 1.55-1.80	9 (6 - 12)	4 (2 - 6)	5 (4 - 6)	8 (6 - 10)	8,2 (6,2-10,8)
FRANCO ARENOSO	25 (13 - 75)	43 (40 - 47)	1.50 1.40-1.60	14 (10- 18)	6 (4 - 8)	8 (6 -10)	12 (9 - 15)	12 (8.4- 16)
FRANCO	12.5 (7.5- 20)	47 (43 - 49)	1.40 1.35-1-50	22 (18- 26)	10 (8 - 12)	12 (10 - 14)	17 (14- 20)	16.8 (13,5- 21)
FRANCO ARCILLOSOS	7.5 (2 - 15)	49 (47 - 51)	1.35 1.30-1.40	27 (23- 31)	13 (11 - 15)	14 (12 - 16)	19 (16 -22)	18.9 (15.6-22.4)
ARCILLO LIMOSO	2 (0.2 - 5)	51 (49 - 53)	1.30 1.25-1.35	31 (27- 35)	15 (13 - 17)	16 (14 - 18)	21 (18 - 23)	20.8 (17.5-24.3)
ARSILLOSO	5 (0.1 -1)	53 (51 - 55)	1.25 1.20-1.30	35 (31- 39)	17 (15 - 19)	18 16 - 20	23 (20 - 25)	22.5 (19.2- 26)

NOTA: Los valores entre paréntesis representan el normal rango de variación.-

Tomado de Israelsen (1962)

METODOS DE RIEGO - SINTESIS DE LAS CARACTERISTICAS DIFERENCIALES

Método	Condiciones que favorecen la instalación							Efi-ciencia	Costo de Instalación	Costo de operación
	Topo grafía	Pen-diente	Suelo	Infil-tración	Eroda-bilidad	Cultivos	Caudal			
Corrimiento	Irregular	12%	Todos	Buena	Baja	Forrajes Cereales	Grande	Baja	Bajo	Alto
Melgas	Llana	1.0% (0%-0.2%)	Todos	Buena	Baja	Forrajes Cereales	Grande	Alta	Alto	Bajo
Melgas en Contorno	Irregular	2.0% (0%-0.5%)	Livianos Pesados	Alta y Baja	Baja	Forrajes Cereales Arroz	Grande	Media	Medio	Medio
Tazas (Palanganas)	Llana	0.2% (0%)	Livianos Pesados	Alta y Baja	Alta	Frutales	Grande	Alta	Alto	Medio
Surco	Med.Irr. Llano	0.1% (0%-0.2%)	Todos	Buena	Baja	Hortícolas Frutales	Pequeño	Media	Medio	Medio
Corrugación	Med.Irr.	10% (0%-1%)	Medianos Pesados	Baja	Baja	Forrajes Cereales	Pequeño	Baja	Bajo	Medio
Sub-Irrigación	Llano	0.2% (0%)	(1) Livianos	(2) Buena	Baja	Cereales Cult.raíz	Medio	Alta	Alto	Bajo
Aspersión (Fijo)	Irregular	25%	Livianos Superfic.	Alta	Alta	Forrajes Hortícolas	Pequeño	Alta	Alto	Bajo
Aspersión (Móvil)	Irregular	25%	Livianos Superfic.	Alta	Alta	Forrajes Hortícolas	Pequeño	Alta	Alto	Bajo

(1) Subsuelo impermeable - (2) Buena en superficie

NOTA: En la columna que corresponde a pendiente, la flecha __ señala "hasta". Los valores entre paréntesis son las pendientes óptimas.

Cuadro propuesto por el Ing. Agr. Carlos J. Grassi, U.N.C. Rep. Argentina.

METODOS DE RIEGO - SINTESIS DE LAS CARACTERISTICAS DIFERENCIALES

Método	Condiciones que favorecen la instalación							Efi-ciencia	Costo de Instalación	Costo de operación
	Topo grafía	Pen-diente	Suelo	Infil-tración	Eroda-bilidad	Cultivos	Caudal			
Corrimiento	Irregular	12%	Todos	Buena	Baja	Forrajes Cereales	Grande	Baja	Bajo	Alto
Melgas	Llana	1.0% (0%-0.2%)	Todos	Buena	Baja	Forrajes Cereales	Grande	Alta	Alto	Bajo
Melgas en Contorno	Irregular	2.0% (0%-0.5%)	Livianos Pesados	Alta y Baja	Baja	Forrajes Cereales Arroz	Grande	Media	Medio	Medio
Tazas (Palanganas)	Llana	0.2% (0%)	Livianos Pesados	Alta y Baja	Alta	Frutales	Grande	Alta	Alto	Medio
Surco	Med.Irr. Llano	0.1% (0%-0.2%)	Todos	Buena	Baja	Hortícolas Frutales	Pequeño	Media	Medio	Medio
Corrugación	Med.Irr.	10% (0%-1%)	Medianos Pesados	Baja	Baja	Forrajes Cereales	Pequeño	Baja	Bajo	Medio
Sub-Irrigación	Llano	0.2% (0%)	(1) Livianos	(2) Buena	Baja	Cereales Cult.raíz	Medio	Alta	Alto	Bajo
Aspersión (Fijo)	Irregular	25%	Livianos Superfic.	Alta	Alta	Forrajes Hortícolas	Pequeño	Alta	Alto	Bajo
Aspersión (Móvil)	Irregular	25%	Livianos Superfic.	Alta	Alta	Forrajes Hortícolas	Pequeño	Alta	Alto	Bajo

(1) Subsuelo impermeable - (2) Buena en superficie

NOTA: En la columna que corresponde a pendiente, la flecha __ señala "hasta". Los valores entre paréntesis son las pendientes óptimas.

Cuadro propuesto por el Ing. Agr. Carlos J. Grassi, U.N.C. Rep. Argentina.

CUADRO N°4
EFICIENCIA DE RIEGO

Textura del Suelo y Topografía	SISTEMA DE RIEGO			
	Melgas	Surco o Corrugación	Melgas en contorno	Tazas (palanganas)
1.- Arenoso				
a) Bien nivelado	60	40 - 50	45	70
b) Nivelación insuficiente	40 - 50	35	30	-
c) Quebrado o pendiente	-	20 - 30	20	-
2.- Medio, profundo				
a) Bien nivelado	70 - 75	65	55	70
b) Nivelación insuficiente	50 - 60	55	45	-
c) Quebrado o pendiente	-	35	35	-
3.- Medio, poco profundo				
a) Bien nivelado	65	50	45	60
b) Nivelación insuficiente	40 - 50	35	35	-
c) Quebrado o pendiente	-	30	30	-
4.- Pesado				
a) Bien nivelado	60	65	50	60
b) Nivelación insuficiente	40 - 50	55	45	-
c) Quebrado o pendiente	-	35 - 45	30	-

AMES (1957)

CARACTERISTICAS CLIMATICAS E HIDROLOGICAS DE LA COLONIA TOMAS BERRETA, SEGUN DATOS DE MERCEDES - URUGUAY

I. CARACTERIZACION CLIMATICA

1. Temperatura del aire.

El gráfico N° 5 ilustra las variaciones de la temperatura del aire durante el año. Puede observarse:

a) El período libre de heladas se extiende normalmente entre el 1 de Noviembre y el 30 de Marzo.

b) Es normal que entre el 1 de Mayo y el 30 de Setiembre la temperatura mínima diaria sea inferior a 10° C

c) Ocasionalmente se observan temperaturas máximas absolutas sobre 40° C. Sin embargo la media de las máximas en verano es poco superior a 30° C.

d) La amplitud diaria varía de 9,6° C en Invierno a 14,4° C en Verano.

e) Las diferencias estacionales en temperaturas medias mensuales son muy marcadas. Así Julio tiene 11,9° C y Enero 26°C.

2. Humedad relativa.

El gráfico N°6 indica:

a) La humedad relativa media se observa estable durante el año, con un lógico aumento en los meses invernales, que probablemente se debe más a las bajas temperaturas de esos meses que al aumento de la masa de vapor de agua en el aire.

b) La evaporación Piché se observa como dependiente de la humedad relativa y de sentido inverso a ella, no existiendo proporcionalidad entre las dos por ser diferentes las pendientes de ambas curvas.

3. Horas de sol.

El gráfico N°7 muestra:

a) Notable reducción del brillo solar del Verano (Enero 323 horas) al Invierno (Junio 148 horas).

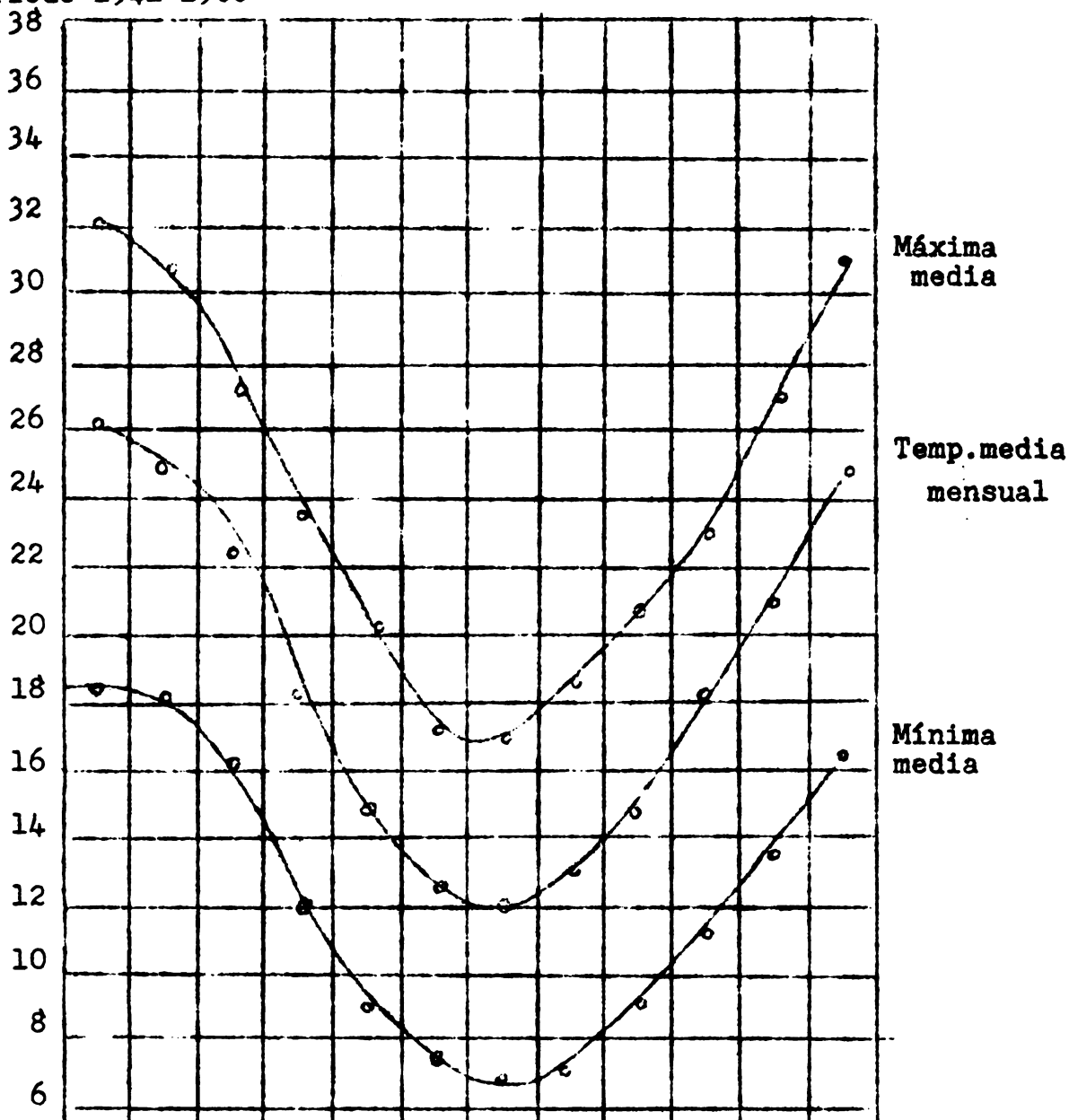
b) Aún en Verano las horas de sol no son más del 74% de las horas potenciales indicadas por la salida y puesta del sol.

Cuadro No. 5

Temperatura media mensual, máxima media, mínima media, máximas absolutas, mínimas absolutas, amplitud diaria.

Estación Meteorológica Mercedes
Período 1941-1960

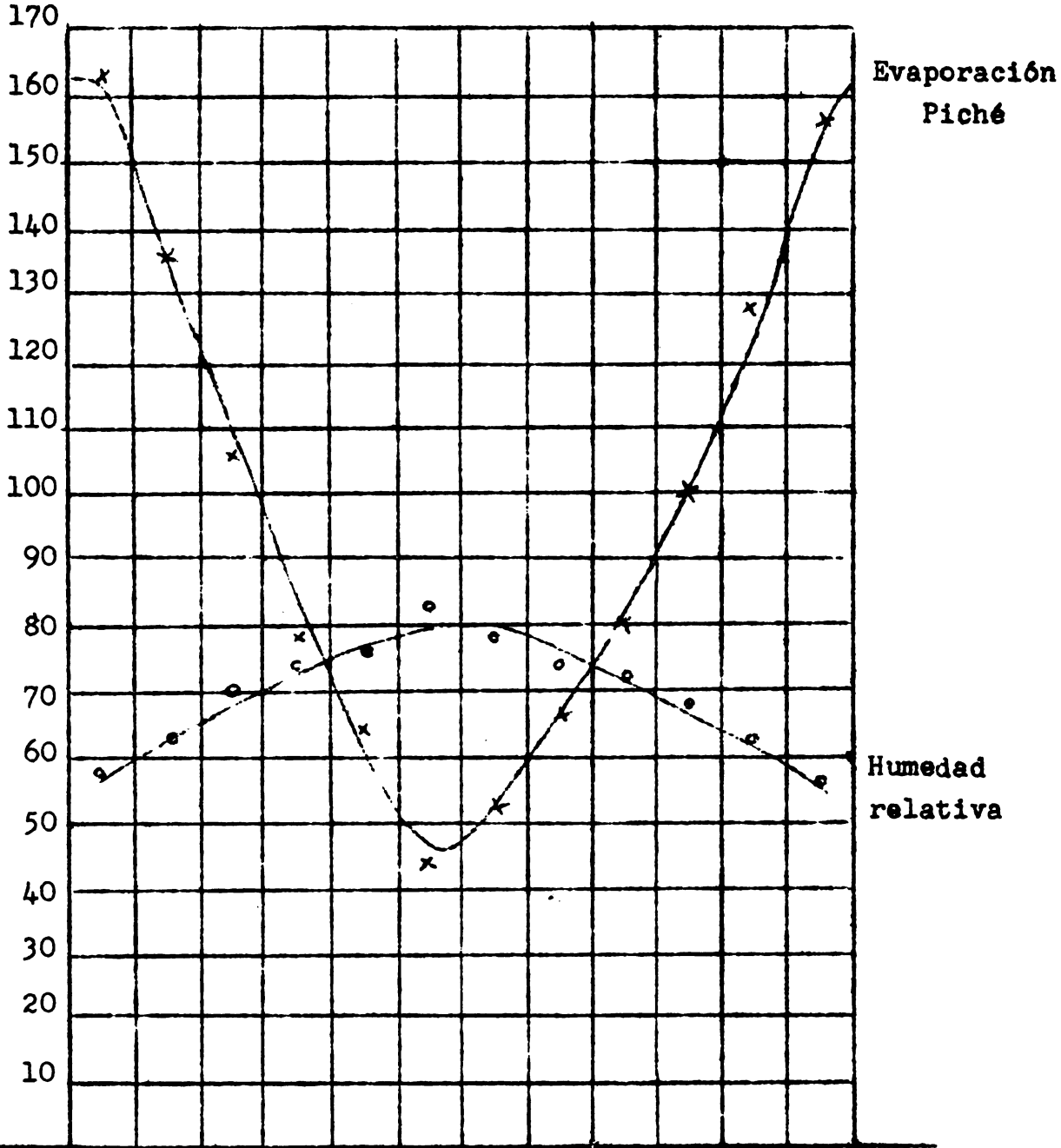
Latitud
33°15 Sur / 58° 04 Oeste
Altitud 22m.



Mercedes	ENE	FEB	MER	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
Temp.mC°	26.0	25.2	22.4	18.1	14.7	12.3	11.9	12.9	15.3	17.9	21.3	24.2	18.5
Máx.med.	31.8	30.5	27.5	23.5	20.1	17.0	17.0	18.3	20.4	23.0	27.1	30.5	23.9
Min.med.	18.2	18	16.1	12.0	9.0	7.4	6.7	7.0	9.0	11.3	13.5	16.1	12.0
Máx.abs.	42.8	41.6	40.0	36.0	31.0	28.0	28.0	31.0	35.9	32.6	39.0	41.2	42.8
Min.abs.	5.0	9.2	5.4	2.4	-1.8	-5.8	-5.8	-5.0	-3.0	0.4	3.8	5.4	-5.8
Ampl.	13.6	12.5	11.4	11.5	11.1	9.6	10.3	11.3	11.4	11.7	13.6	14.4	11.9

Cuadro No. 6

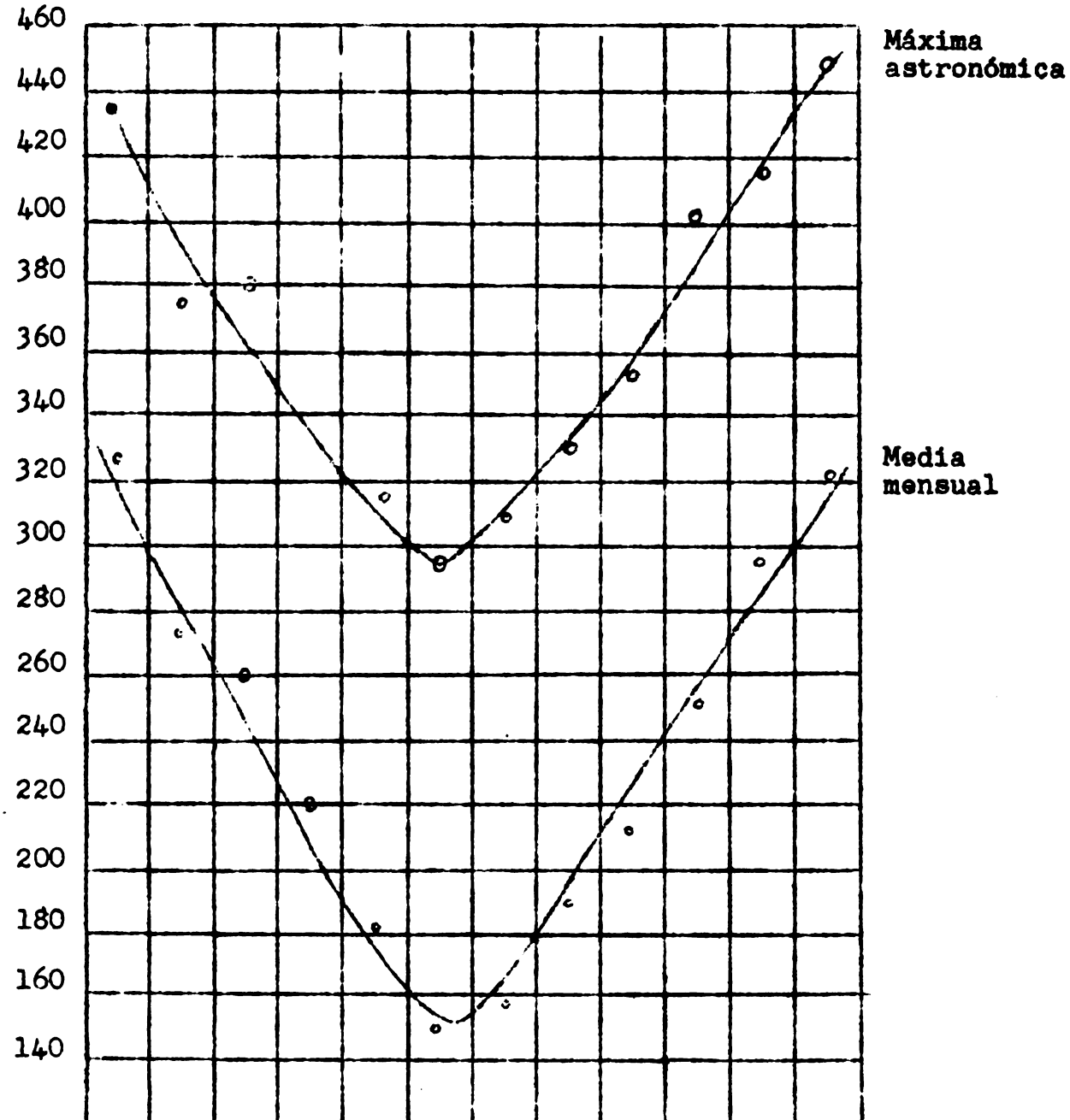
Humedad realtiva y evaporación Piché
Estación Las Mercedes Período 1941-60



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
Promedio	58	62	70	73	77	81	78	73	71	68	62	57	69
Max. m.	79	82	88	90	92	93	92	90	89	86	81	77	87
Min. m.	40	42	51	53	58	64	60	54	53	52	43	39	51
Max.abs.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Min.abs.	5	6	15	18	20	17	26	20	15	13	12	5	5
Ampl.	39	40	37	37	34	29	32	36	36	34	38	38	36
Evap.Pmm	162	136	107	79	63	44	53	68	80	100	128	158	11-80

Cuadro No. 7

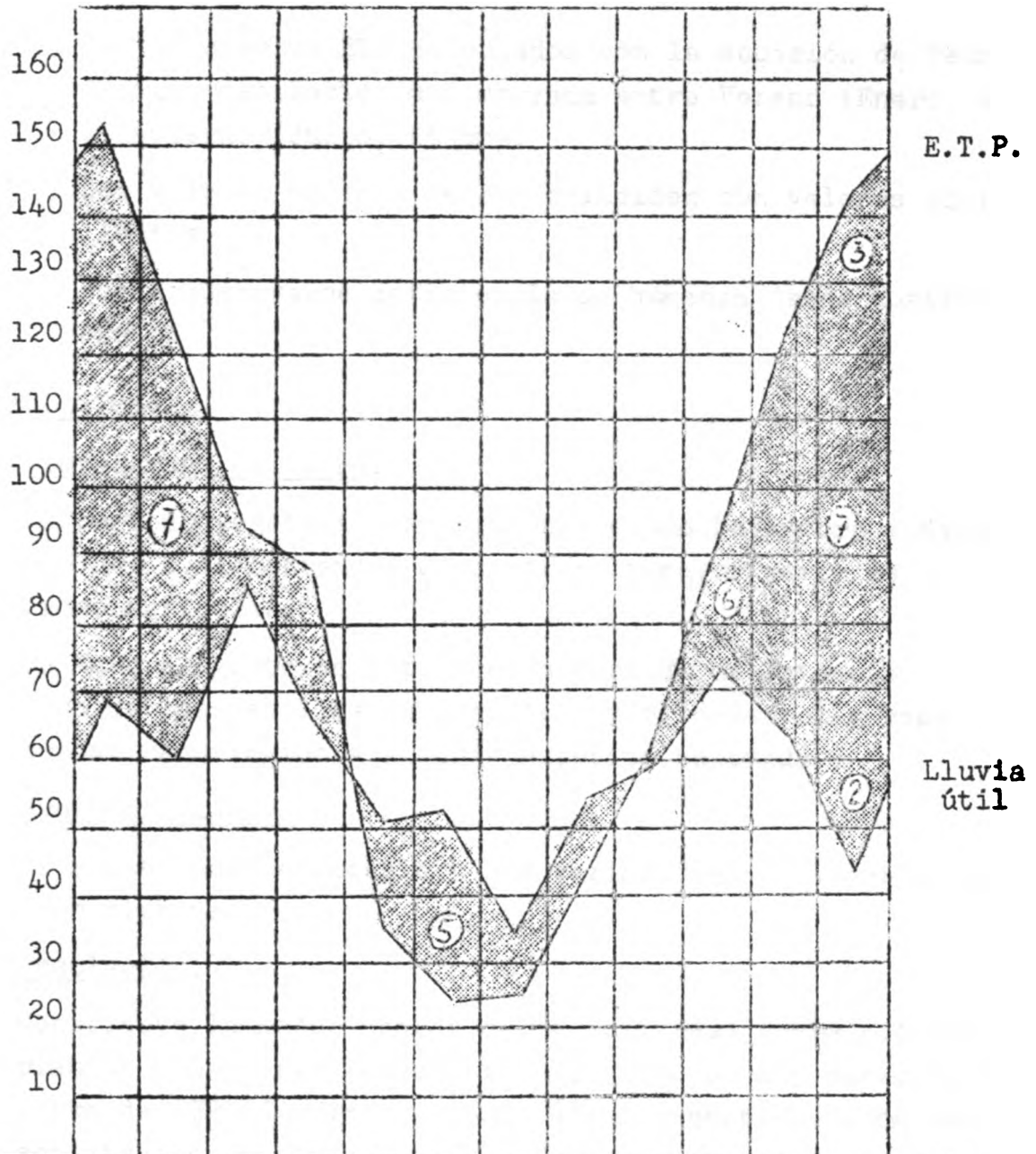
Insolación media en horas mensuales en Montevideo (50 años)



	ENE	FEB	MER	ABR	MEY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
Horas sol	323	273	260	220	181	148	158	189	212	251	292	320	2827
Media ast	438	373	380	335	318	294	311	336	356	402	418	447	4407
% real/pot.	74	73	68	65	57	50	51	56	59	62	70	71	64

Cuadro No. 3

Balance hidrico del suelo en la región de Mercedes, Uruguay. Evapotranspiración potencial calculado según Penman-Bavel. Lluvia útil o efectiva se calculó en 70% de la lluvia medida el 30% restante se estimó perdido en escurrimiento superficial e intercepción. Se consideró suelos profundos, cuya capacidad de retención de humedad no sea inferior a 100 mm.



		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	Lluvia	98	85	123	96	72	74	48	76	84	104	92	60	1011
2	LluviaV.	69	60	86	67	50	52	34	53	59	73	64	42	709
3	E.T.P.	153	122	93	88	34	24	25	43	60	90	122	143	997
4	2 - 3	-84	-62	-7	-21	16	28	9	10	-1	17	-58	-101	-288
5	Ag. alm.	0	0	0	0	16	44	53	63	62	45	0	0	63
6	Ag. ret	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	45	0	63
7	Déficit.	84	62	7	21	0	0	0	0	0	0	13	101	288

4. Pluviometria y Evapotranspiración potencial. ETP

El Cuadro N°8 indica:

a) La distribución mensual de la lluvia es uniforme dentro de ciertos límites.

b) Se observan valores máximos en Marzo y Octubre y mínimos en Julio y Diciembre.

c) Los valores de ETP calculados con la ecuación de Penman-Bavel indican oscilación muy marcada entre Verano (Enero, 153 mm) e Invierno (Julio, 25 mm).

d) Los valores mínimos de ETP coinciden con valores mínimos de lluvias.

e) Puede observarse deficiencia de humedad desde Noviembre a Abril.

II. CONCLUSIONES.

1. Temperatura del aire.

El período vegetativo se extiende desde Noviembre a Marzo, dentro del cual convendrá concentrar la mayor parte de las actividades agrícolas.

De Mayo a Agosto se extiende un período de latencia. La germinación de las semillas será difícil y el desarrollo vegetal puede quedar restringido a algunas especies adaptadas.

2. Humedad relativa.

Es relativamente estable y sus variaciones influyen la evaporación directa.

3. Insolación.

Constituye la mejor medida de la actividad fotosintética de las plantas y la curva mensual (Cuadro 7), es muy parecida con la curva de ETP (Cuadro 8). Sólo que las pendientes de esta última son más acentuadas debido al efecto adicional de las variaciones de intensidad de la radiación solar. Esta última no está siendo medida en Uruguay, según la información disponible.

BALANCE HIDRICO DEL SUELO

Al no disponerse de mediciones hidrológicas de los ríos, se estimó en un 30% de la lluvia la cantidad de agua que se escurre superficialmente o es interceptada por la vegetación. Este valor corresponde al coeficiente C= 0.30 obtenido por interpolación entre:

Terrenos cultivados planos y arenosos C= 0.20
Terrenos cultivados ondulados franco limosos C= 0.50

Ambos coeficientes propuestos por M. Bernard citado por Linsley y otros.(Ref.2)
La precipitación efectiva así calculada aparece en el gráfico 4 como lluvia útil.
El balance hídrico citado permite concluir:

a) Los excedentes de lluvia sobre ETP comienzan a producirse en Mayo para terminar en Setiembre.Su valor acumulado llega al máximo de 63 mm. cifra que puede ser retenida como agua aprovechable en suelos de texturas medias y cuya profundidad no sea inferior a 0.80 m.
Esta humedad almacenada en el suelo más las lluvias de Primavera permitirá mantener la vegetación sin déficit de humedad hasta la segunda quincena de Noviembre, normalmente.

b) De Noviembre a Abril se mantiene persistentemente un déficit que debe ser eliminado mediante riego, para aprovechar las condiciones de insolación favorables de esa época.

c) Desde la primera quincena de Mayo hasta la segunda de Noviembre se aprecia un período sin déficit de humedad, que sería el más productivo para un cultivo sin riego, naturalmente sujeto a las otras limitaciones climáticas expuestas.

d) Las tasas de riego resultantes de los déficits indicados por el balance hídrico son las siguientes:

Cuadro No. 9 Tasas de riego

Mes	Déficit	Riego superficial(ef/50%)		Aspersión (ef/80%)	
	mm	m3/Há	l/seg/Há	m3/Há	l/seg/Há
Nov.	13	260	0.10	163	0.06
Dic.	101	2020	0.78	1265	0.49
Ene.	84	1680	0.65	1050	0.41
Feb.	62	1240	0.48	775	0.30
Mar.	7	140	0.05	88	0.03
Abril.	21	420	0.16	262	0.10

PROGRAMACION DE RIEGO A NIVEL PREDIAL (1)

I. CONOCIMIENTOS GENERALES PREVIOS

1. CONSTANTES HIDRICAS DEL SUELO.

a) Saturación. Ocurre cuando la totalidad de los espacios porosos del suelo están llenos de agua. Se nota esta condición cuando se ve agua libre al usar el barreno.

b) Capacidad de campo.(C.C.). Es la cantidad de agua que el suelo retiene contra el drenaje gravitacional.

c) Porcentaje de marchitez permanente (P.M.P.). Es la cantidad de agua que queda en el suelo cuando las plantas se marchitan y no se recobran al ser colocadas en una atmósfera húmeda.

d) Humedad aprovechable (h). Es la cantidad de agua que existe entre la C.C. y el P.M.P

e) Densidad aparente (Da). Es un cuociente que se obtiene de dividir el peso de un volumen dado de suelo en su condición natural, por el peso de un volumen igual de agua. Da información acerca de la compactación o esponjamiento del suelo y varía de 0,9 para un suelo recién arado y mullido, hasta 2,0 y más en caso de panes duros.

f) Profundidad del suelo utilizado por las raíces (H). Esta profundidad en nuestro país, está limitada más bien por presencia de panes de arcilla, panes duros, o por presencia de agua freática, que por las características radiculares de los cultivos.

Para tomar un valor de H que refleje la realidad de un predio agrícola, será necesario conocer por un lado los cultivos que se proyectan y por otro, las características del perfil de suelo.

g) Cálculo de la altura de agua aprovechable (h) que puede ser almacenada en una profundidad de suelo (H). Es dada por la fórmula:

$$h = \frac{C.C - P.M.P.}{100} .Da . H$$

Si expresamos H en centímetros, el valor de h resulta en la misma unidad. Los valores de C.C. y P.M.P. se expresan en porcentaje de agua en relación a suelo seco. Si no se dispone de los datos anteriores puede usarse los datos del Cuadro N° 1, calculados en base a valores típicos para distintas texturas y un valor de H de 30 cm.,

(1) Este material está tomado de la publicación del autor "Cálculo de la cantidad de agua necesaria para regar , Zona de Chillan" Esc. de Agronomía, Chillan - Chile.

que puede multiplicarse por 2 o por 3, si el perfil es uniforme y de 60 y 90 cm. de profundidad respectivamente.

CUADRO N°10. AGUA APROVECHABLE QUE PUEDE ALMACENARSE EN DISTINTAS TEXTURAS DE SUELO. (Valores aproximados)

TEXTURA	AGUA APROVECHABLE ALMACENADA EN 30cm. DE PROFUNDIDAD		
	En cm.	en litros por m^2	en m3 de agua/HÁ.
Arenas gruesas	1,2	12	120
Arenas finas	1,8	18	180
Franco arenosa	2,5	25	250
Franco limosa	3,5	35	350
Franco arcillosa	5,0	50	500
Arcillas densas	4,3	43	430

2. CARACTERISTICAS RADICULARES DE LAS PLANTAS

Algunas de las raíces verticales de las plantas pueden llegar a los 5 o más metros de profundidad. Sin embargo se estima que estas raíces no pueden mantener el crecimiento ni la producción. Por esta razón es necesario mantener agua aprovechable en la zona del perfil de suelo donde existe la mayor cantidad de raíces.

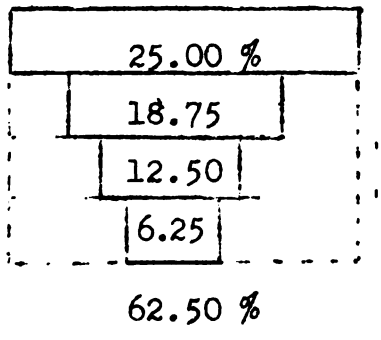
a) Profundidad de arraigamiento.

Hasta 0,30 m.	Hasta 0,60 m.	Hasta 1,20 m.	Hasta 1,80 m.
Lechugas	Repollos	Vid	Alfalfa
Cebollas	Coliflores	Nabos	Alcachofas
Espinacas	Apio	Frutales de hoja caduca	Melones
Frutillas	Porotos	Maíz	Sandías
Trébol blanco	Papas	Sorgo	Nogales
	Rábanos		Paltos
	Maravilla		Manzanos
	Remolacha		Olivos
	Arvejas		Cerezos
	(Gramíneas forrajeras)		Perales
	Tomates		Almendros
	Espárragos		
	Trébol rosado		
	Trigo		
	Cebada		
	Avena		
	Centeno		

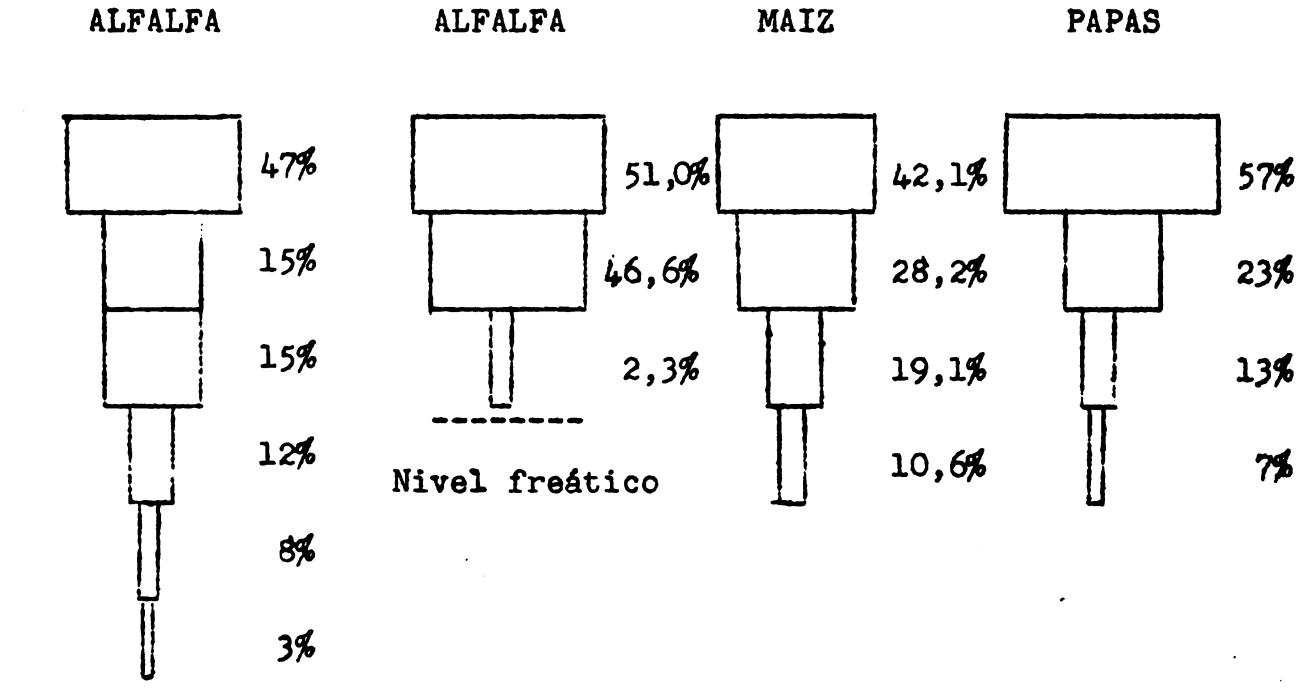
b) Curva de extracción de agua en relación a profundidad.

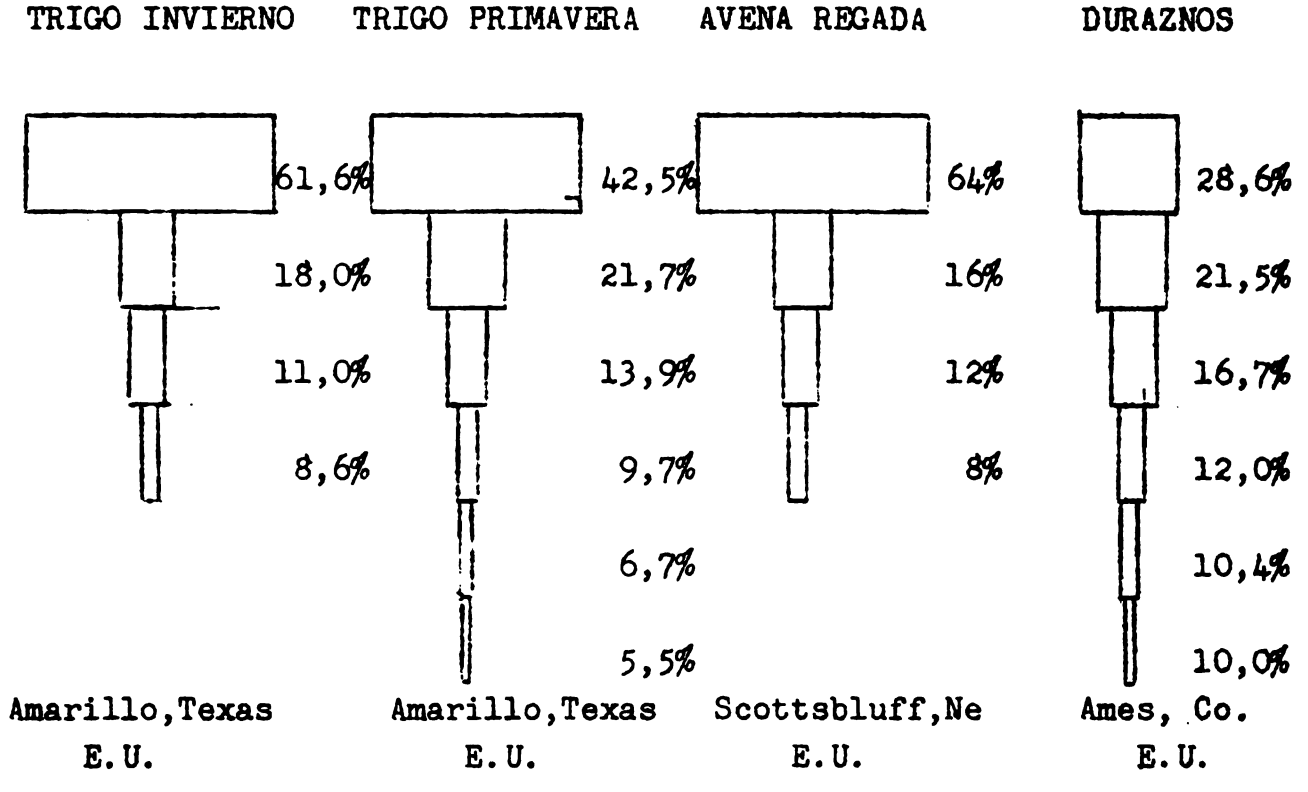
Las plantas no obtienen agua uniformemente de toda la zona de arraigamiento. A continuación se indica el patrón de extracción de agua para praderas regadas, alfalfa, maíz, betarraga azucarera, trigo invierno, trigo primavera, avena regada y huertos frutales.

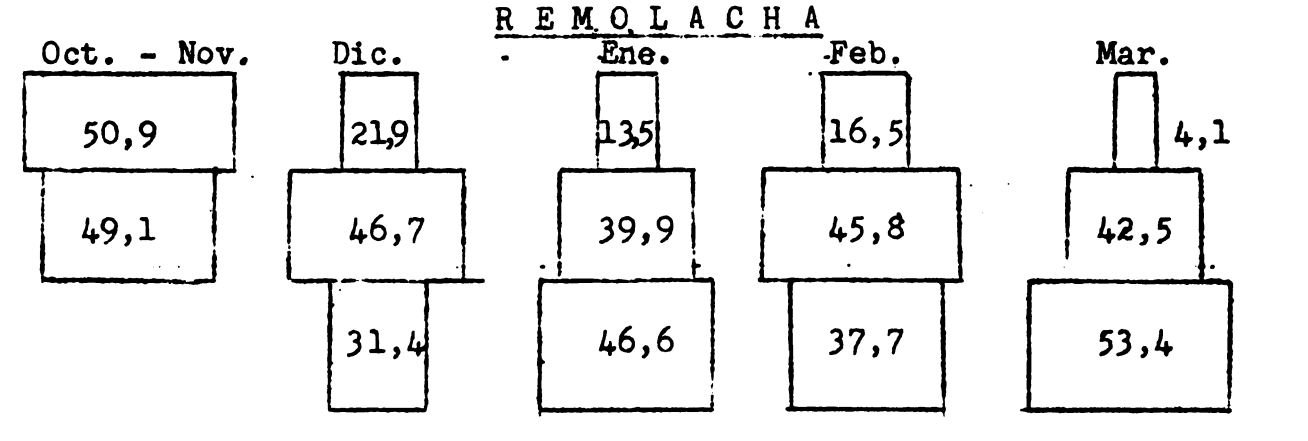
Como una generalización aproximada y a objeto de calcular el agua para cada riego se puede tomar, como regla general para la mayoría de las plantas, la distribución siguiente:



40% Primer cuarto de la zona de raíces.
30% Segundo cuarto de la zona de raíces.
20% Tercer cuarto de la zona de raíces.
10% Cuarto cuarto de la zona de raíces.







ENSAYOS DEL DEPARTAMENTO DE SUELOS DE LA ESCUELA DE AGRONOMIA CHILLAN - CHILE

3. CANTIDAD NETA DE AGUA QUE SE DEBE APLICAR EN CADA RIEGO.

Esta cantidad depende de los dos puntos tratados.

a) Características físicas del suelo.

b) Profundidad radicular del cultivo en cuestión.

La cantidad total de agua que se puede almacenar en una profundidad dada, se calcula según lo expuesto en 1. Para facilidad de comparación se acostumbra expresar el agua almacenada en 30 cms. de profundidad de suelo. (Cuadro N°10)

Sin embargo, de lo expuesto en el punto 2.b, se desprende que el agua almacenada en el cuarto superior de la zona radicular se agotará más rápidamente que en los tres cuartos restantes.

De modo que será necesario repetir el riego cuando la humedad del primer cuarto lleguea P.M.P., aún cuando queda la mayor parte de la humedad aprovechable en los cuartos inferiores.

De lo anterior se desprende también, que no será necesario reponer en su totalidad el agua aprovechable de toda la zona de raíces, sino sólo la que la planta ha extraído.

Si consideramos el perfil y la distribución de humedad uniformes, y si por otra parte aceptamos la generalización expuesta al final del párrafo 2.b y adoptamos como criterio para repetir el riego, esperar el agotamiento de la humedad aprovechable del primer cuarto de la zona radicular, resulta de todo ello, que se debe reponer en cada riego el 62,5% del agua aprovechable almacenada en la zona de raíces. (Cuadro N°11).

CUADRO N°11. CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE DEBE REPONER EN CADA RIEGO.

PROFUNDIDAD	AGUA APROV.	EXTRACCION	AGUA REMANENTE	AGUA P/REPONER
0 a 1/4	25%	40%(100%)	0 %	25,00%
1/4 1/2	25%	30%(75%)	6,25%	18,75%
1/2 a 3/4	25%	20%(50%)	12,50%	12,50%
3/4 a 1	25%	10%(25%)	18,75%	6,25%
			37,50%	62,50%

Si decidimos regar cuando aún queda la mitad de la humedad aprovechable en el primer cuarto de la zona de raíces y mantienen las otras condiciones, encontramos que debemos reponer sólo el 31,25% de la humedad aprovechable almacenada en la zona de raíces. El Cuadro N°12, da la cantidad de agua neta en m3/há. para dar un riego en distintas texturas de suelos y con dos criterios para la repetición del riego.

CUADRO N°12. CANTIDAD DE AGUA PARA UN RIEGO EN m3/há. (Según los cuadros 10 y 11)

TEXTURA	PROFUNDIDAD DE RAICES O DE SUELO											
	30 cms.			60 cms.			90 cms.			180 cms.		
	h	A	B	h	A	B	h	A	B	h	A	B
Arenas gruesas	120	120	60	240	150	75	360	225	112	720	450	240
	(12)	(12)	(6)	(24)	(15)	(7.5)	(36)	(225)	(112)	(72)	(45)	(24)
Arenas finas	180	180	90	360	225	112	540	338	169	1080	675	337
	(18)	(18)	(9)	(36)	(225)	(112)	(54)	(338)	(169)	(108)	(675)	(337)
Franco arenoso	250	250	125	500	312	156	650	468	234	1500	935	467
	(25)	(25)	(125)	(50)	(312)	(156)	(65)	(468)	(234)	(150)	(935)	(467)
Franco limoso	250	250	175	700	437	218	1050	656	328	2100	1310	655
	(25)	(25)	(175)	(70)	(437)	(218)	(105)	(656)	(32	(210)	(131)	(655)
Franco arcilloso	500	500	250	1000	625	312	1500	925	462	3000	1875	937
	(50)	(50)	(25)	(100)	(625)	(312)	(150)	(925)	(462)	(300)	(187	(937)
Arcillas densas	430	430	215	860	537	268	1290	807	403	2580	1612	806
	(43)	(43)	(215)	(86)	(537)	(268)	(129)	(807)	(403)	(258)	(161.2)	(80.6)

Nota: h : es el agua aprovechable en m3/Há. almacenada en la profundidad considerada. **Las cifras entre paréntisis indican milímetros.**

A : es la cantidad de agua neta para cada riego en m3/Há. cuando se decide agotar el agua útil en el primer cuarto de la profundidad radicular.

B : es la cantidad de agua neta para cada riego en m3/Há. si se decide repetir el riego cuando queda la mitad del agua aprovechable en el primer cuarto de la profundidad de raíces.

Para el caso de raíces de 30 cms. de profundidad se estima que ellas exploran y extraen el agua uniformemente en los 30 cms.

4. EFICIENCIA DE RIEGO.

Es el cuociente que resulta de dividir la cantidad total de agua almacenada en la zona de raíces del suelo, por la cantidad de agua total que recibe el potrero considerado.

Está en relación con la conservación del agua en los canales y acequias y con el buen diseño de los métodos de aplicación de agua a los cultivos. Puede considerarse baja, normal y buena de 20, 40 y 60% respectivamente.

De acuerdo a esto, será necesario aumentar el agua para cada riego en 80, 60 y 40%, según sea el caso.

El Cuadro N° 4 indica valores propuestos por Ames (1957)

5. FRECUENCIA DE RIEGO.

La frecuencia con que se debe repetir el riego para un suelo dado depende de la velocidad con que la planta use el agua que tiene a su disposición, ello es función de las características genéticas de la planta por una parte y de los factores metereológicos como intensidad de la radiación solar, número de horas de sol por día. temperatura media del aire, velocidad del viento y estado higrométrico del aire.

Se denomina Uso Consumo o Evapotranspiración, la cantidad de agua usada por las plantas en transpiración y formación de tejidos, más el agua perdida en forma de vapor desde el suelo adyacente o desde las hojas y tallos durante la estación de crecimiento.

De lo expuesto se puede deducir que, el Uso Consumo es independiente de las características del suelo, y por lo tanto tiene aproximadamente el mismo valor, ya sea que la planta crezca en suelo arenosos, franco arcilloso a condición que los factores genéticos y metereológicos sean los mismos.

La determinación de Evapotranspiración puede hacerse mediante parcelas experimentales y muestreo periódico de suelo, como también por ensayos en estanques o lisímetros.

A falta de esta información se usan fórmulas empíricas que fueron descritas en la primera parte de este trabajo.

En ausencia de lluvias la frecuencia de riego, puede determinarse dividiendo aquella fracción del agua almacenada en la zona radicular del suelo que deseamos usar. (Cuadro No. 12) por la Evapotranspiración expresada en milímetros por día (Cuadro No. 8).

Si se producen lluvias, ellas deben considerarse como riegos cuyo volumen no debe sobrepasar las cifras indicativas de la capacidad de almacenaje del suelo y que estan indicadas en el Cuadro No. 12.

6 SISTEMAS DE APLICACION DE AGUA A LOS CULTIVOS.

A. Métodos superficiales

1) Riegos por inundación

a) Inundación entre camellones (bordes)

El diseño depende de la velocidad de infiltración, desnivel, profundidad de aplicación y cantidad de agua disponible.

En general se trata de una faja de terreno entre 9 y 15 m de ancho, limitada por camellon a cada lado, perfectamente nivelada en sentido transversal y cuyo desnivel longitudinal podrá ser de 0,25 % a 2 % para cultivos escardados y hasta 6 % para pastos permanentes. En este último caso el ancho de la faja no será mayor de 4,50 m.

El desnivel del terreno limita el valor máximo que puede darse al gasto o caudal por metro de ancho de borde. Por ej. si el desnivel es 0,5 % el gasto no debe ser mayor de 9,30 l/seg. por metro de ancho de borde, gastos mayores serían erosivos.

Si el desnivel es de 2 % el gasto máximo baja a 3,26 l/seg. por metro de ancho de borde. El gasto adoptado depende y varía con el tipo de suelo, el ancho del borde y la profundidad de riego (lámina) que se desea aplicar.

Suelos con velocidad de infiltración muy alta (muy permeables) requieren gastos lo mayor posibles para evitar percolación profunda.

También se necesitan gastos grandes para riegos o láminas delgadas en suelos medios.

En suelos permeables, gastos pequeños se traducen en riegos profundos.

El cuadro 14 indica dimensiones y gastos para diferentes condiciones de textura desnivel y altura de aplicación de agua (altura de lámina).

El tiempo de operación de riego está dado por la llegada del agua al extremo inferior del borde en cuyo momento debe cortarse el abastecimiento.

La construcción de los diques laterales o bordes debe ser cuidadosa con taludes de 2 a 1 y con ancho superior, igual a su altura. Un dique de 10 cm. de altura tendrá 50 cm. de base y servirá para suelos con 2 % o más de pendiente. Suelos más planos deben llevar diques de 15 cm de altura o sea 75 cm de base. El desnivel longitudinal mayor no debe ser más del doble del menor y sin ondulaciones

Cuadro NO. 13. RELACIONES ENTRE TEXTURA DE SUELO, DESNIVEL DEL TERRENO Y ALTURA DE LAMINA PARA RIEGO POR BORDES.

Textura de suelo	Desnivel del terreno en %	Altura de lámina en mm	Dimensiones del borde		Gasto necesario en l/seg.
			Ancho en m	Largo en m	
Gruesa	0,25	50	15	150	227
		100	15	240	198
		150	15	400	170
	1,00	50	12	90	78
		100	12	150	71
		150	12	270	71
	2,00	50	9	60	36
		100	9	90	28
		150	9	180	28
Media	0,25	50	15	240	198
		100	15	400	170
		150	15	400	99
	1,00	50	12	150	71
		100	12	300	71
		150	12	400	71
	2,00	50	9	90	28
		100	9	180	28
		150	9	300	28
Fina	0,25	50	15	400	113
		100	15	400	71
		150	15	400	43
	1,00	50	12	400	71
		100	12	400	36
		150	12	400	21
	2,00	50	9	200	28
		100	9	400	28
		150	9	400	19

J. T. Phelan y W.D. Cliddle. "Water, The Yearbook o/ Agriculture 1955" U.S.D.A.

b) Inundación por tazas o estanques

Se adapta a tierras planas con huertos frutales, cereales y para arroz en suelos poco permeables. Consiste simplemente en hacer estanques o depósitos rodeados de camellones de tierra, dentro del cual quedan los cultivos por regarse. Se llenan en forma rápida hasta la altura de lámina deseada. El tamaño de cada taza debe ajustarse a la cantidad de agua disponible y a la velocidad de infiltración del suelo. El gasto de agua puede obtenerse multiplicando por dos el valor indicado en el cuadro 14.

Los camellones pueden ser rectangulares o en curva de nivel, si es necesario y el sistema se adapta bien para control de salinidad.

c) Bordes en curva de nivel

En suelos con desnivel moderado y profundos se puede usar este método para frutales u otros cultivos.

Se construyen fajas a nivel en contorno con camellones paralelos. Si tienen desnivel longitudinal funcionan como bordes, si son planos funcionan como tazas.

d) Inundación por riego tendido

i) Desde canales al azar se practica extensamente en Chile, ubicando las riquezas en las partes altas o en diagonal a la pendiente y haciendo rebalsar el agua mediante diques de lona o tierra. No es un sistema recomendable pues el agua se pierde por percolación profunda en algunos sitios y no penetra lo suficiente en otras áreas. Además requiere atención y habilidad por parte del regador. Si hay descuido y el agua "queda puesta", se producen los "derrames" o sea escurrimiento de agua a los campos vecinos.

ii) Riego tendido desde acequias en curva de nivel . Constituye una mejora apreciable respecto al sistema anterior, especialmente en pendientes sobre 2%, se adapta a cereales y pastos y aun a cultivos escardados.

El sistema no requiere emparejamiento de suelo, pero requiere atención permanente a cada surco que está regando.

Si las acequias o surcos no resultan demasiado largos su desnivel puede ser cero. Pero lo normal será trazarlos con 1 por mil de pendiente, (3 cm en 30 m), esta pendiente puede ser alterada para conservar la distancia entre acequias dentro de las recomendacio-

A veces ocurre que a pesar de aumentar el desnivel las acequias se separan mucho, en este caso es mejor derivar una acequia auxiliar que terminará al desaparecer su causa.

También ocurre el caso contrario o sea que las acequias tienden a juntarse. En este caso deben unirse dos en una, mientras sea necesario.

La separación de acequias se indica en el cuadro siguiente:

Separación de acequias en curva de nivel en metros		
TEXTURA	PENDIENTE	
	2 %	5 %
Fina	76	46
Gruesa	30	15

Los volumenes de agua deben ser adecuados a la superficie que regará cada acequia y pueden obtenerse del cuadro 13.

Para derramar el agua de la acequia es recomendable usar diques de lona sobre un pequeño armado de sauce mimbre u otra planta de tallos flexibles. No se recomienda el uso de diques de tierra.

iii) Riego tendido desde canales laterales.

Se usa en la zona central de Chile y consiste en trazar canales paralelas a distancias de 7 a 30 metros uno de otro en sentido de la pendiente o diagonal a ella.

El agua se desborda desde cada canal hacia ambos lados, cada cierta distancia aguas abajo.

No es un sistema recomendable, los taludes de los canales se erosionan y se producen depósitos de limo o arena más abajo. Los canales restan suelo agrícola y amparan malezas y parásitos.

2) Riego por surcos

En líneas generales el agua se hace correr por surcos entre las hileras de los cultivos, sin permitir su desbordamiento. A medida que corre se infiltra y moja la zona radicular de los cultivos. La zona humedecida bajo el surco y ambos lados de él adopta formas distintas. En suelos franco arcillosos o arcillosos toma forma semi circular un poco aplanada. En suelos con texturas más livianas la zona mojada se hace más angosta y más larga en sentido vertical.

Los surcos pueden hacerse con pendientes hasta de 5 % pero en este caso el gasto por surco debe ser muy controlado y no exeder de unos pocos litros por minuto. El volumen de agua puede controlarse con sifones, o mediante tubos de madera para cada surco. En este caso debe hacerse un pequeño depósito para dar la misma carga hidráúlica a 4 o más tubos.

También pueden hacerse surcos en contorno, para pendientes mayores. Sin embargo requieren conocimiento y dedicación por parte del agricultor. Presentan el peligro del desborde del agua y la erosión consiguiente.

Riego por corrugaciones

Son surcos pequeños en sentido de la pendiente que sirven de guía al agua. Se prestan para ser usados como complemento a bordes o riego tendido. Se ha usado a desniveles hasta 12 % y se prestan para usar gastos de agua pequeños.

El gasto máximo no erosivo que puede fluir por un surco puede obtenerse de la siguiente relación propuesta por Phelan y Criddle

$$Q = \frac{0.632}{S}$$

Q está expresado en litros por segundo y S en porcentage.

Para suelos planos resultan gastos grandes que pasan a estar limitados por la capacidad de transporte de cada surco.

El largo del surco está limitado por la velocidad de infiltración y por la altura de agua o altura de lámina que se desea aplicar. Factores que pueden variar durante la temporada de crecimiento.

El Cuadro 15 informa a este respecto. La separación de surcos varía de 40 cm. hasta 80 cm.. La menor separación corresponde a texturas livianas.

Cuadro No. 14. RELACIONES ENTRE TEXTURA DE SUELO DESNIVEL DEL TERRENO Y ALTURA DE LAMINA PARA RIEGO Y GASTO DE AGUA POR SURCO PARA RIEGO POR SURCOS.

Desnivel del surco en poecentaje	Gasto máximo no erosivo en litros por segundo	TEXTURA DE SUELO											
		Gruesa				Media				Fina			
		Altura de lámina que se necesita aplicar en milímetros											
		50	100	150	200	50	100	150	200	50	100	150	200
		Largo máximo de surcos en metros											
0,25	[illegible],52	153	220	267	305	250	351	442	503	220	458	534	653
0,50	1,26	105	146	183	207	171	244	297	342	223	311	381	445
0,75	0,82	82	116	146	168	138	192	236	275	177	250	305	351
1,00	0,63	72	101	122	143	116	165	198	232	153	229	259	302
1,50	0,44	58	81	101	114	95	131	162	189	122	174	214	244
2,00	0,31	49	69	84	98	79	113	137	162	105	146	183	206
3,00	0,19	38	55	67	76	64	90	110	128	82	117	143	168
5,00	0,12	29	41	50	58	49	69	82	98	64	88	107	125

El desnivel transversal a los surcos depende de su profundidad y debe tomarse muy en cuenta en caso de surcos en curva de nivel. La tabla siguiente indica sugerencias al respecto:

Texturas	Relación entre profundidad de surcos y desnivel transversal		
	Pendiente transversal del terreno en %		
	Profundidad de surco en cm.		
	23	15	7
Finas y medias	8	3	0,5
Gruesas	5	2	0,3

7 CARACTERISTICAS DEL RIEGO DE ALGUNOS CULTIVOS

a) Generalidades

Durante esta exposición se adopta el concepto de Evapotranspiración Potencial (ETP) definido en Wageningen, Holanda en 1955 (Ref. 3) como"la evaporación verificada en un terreno extenso, con vegetación verde, baja, en pleno desarrollo, sombreando enteramente el suelo, manteniéndose con altura uniforme y nunca sufriendo diferencias de humedad".

La definición de Evapotranspiración adoptada por la American Society of Agricultural Eugeniers en 1939, se ajusta más al concepto actual de Evapotranspiración Real (ETR) que a ETP.

La tendencia actual es calcular ETP mediante ecuaciones o experimentaciones, lo que significa aceptar que todos los cultivos en las condiciones arriba señaladas tienen una velocidad de uso de agua parecida.

Sin embargo no puede dejar de reconocerse que existen factores como distancia de plantación, época de siembra, variaciones climáticas, que hacen variar las necesidades de agua de los cultivos.

Para calcular con cierta precisión las necesidades de riego de un cultivo determinado en un lugar dado; será necesario examinar las prácticas agrícolas habituales como distancia y época de plantación, asociación de cultivos y proponer un coeficiente de modificación de ETP para cada mes.

Para estimar este coeficiente será útil conocer las temperaturas del aire que marcan la iniciación y término del período vegetativo de cada cultivo; información que podrá obtenerse del Cuadro 16.

Los valores obtenidos serán una aproximación a las necesidades de agua de cada cultivo y con ellos se hará un balance hídrico para cada cultivo propuesto.

b) Riego de cereales

Incluye trigo, centeno, cabada, avena y maíz.

Normalmente los 4 primeros se siembran en Otoño y se cosechan a principios de Verano.

El trigo de Primavera y el maíz se siembran a salidas de Invierno y Primavera respectivamente, para ser cosechados en Verano y Otoño.

Por último la avena para forrage verde se siembra en Verano.

Cuadro No. 15 GUIA PARA DETERMINAR LAS FECHAS DE SIEMBRA, FECHAS DE MADURACION Y LONGITUDES DE LOS CICLOS DE CRECIMIENTO, EN SU RELACION CON LA TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE (*)

CULTIVO	Uso más temprano de la humedad o fecha de siembra, en relación con la temperatura media del aire	Uso más tardío de la humedad o fecha de maduración en relación con la temperatura media del aire	Ciclo o estación de crecimiento Días
Cultivos Perennes			
Alfalfa	10°C temp. media	-2.2°C helada	Variable
Pastos, de clima frío	7.2°C temp. media	7.2°C temp. media	Variable
Frutales deciduos (de hoja caediza)	10°C temp. media	7.2°C temp. media	Variable
Vid	12.8°C temp. media	10° temp. media	Variable
Cultivos Anuales			
Frijol, de clima seco	15.6°C temp. media	0.0°C helada	90-100
Maíz	12,8°C temp. media	0.0°C helada	140-Máx
Algodón	16.7°C temp. media	0.0°C helada	240-Máx
Grano de primavera	4.4°C temp. media	0.0°C helada	130-Máx
Papa tardía	15.6°C temp.media	0.0°C helada	130-Máx
Sorgo para grano	15.6°C temp.media	0.0°C helada	130-Máx
Remolacha azucarera	-2.2°C helada	-2.2° helada	180-Máx
Trigo de invierno (Estación de primavera)	0.0°C helada		70-Mín

(*) Tomado de: "Agricultura de las Américas", Agosto 1968.

En estas condiciones las necesidades de riego deben calcularse individualmente para cada sistema.

Las épocas críticas en que no debe permitirse que el nivel de humedad en el suelo, baje de una Tensión de 0,8 atmósfera , son según Harris citado por Israelsen (Ref. 4).

1. Cuando las plantas tienen unos 15-20 cm. de altura y comienzan a emitir hojas finas.
2. Cuando los tallos comienzan a hincharse para producir la cabezuela floral.
3. En el momento de la flor.
4. Cuando el grano está aún lechoso.

Métodos de riego para cereales.

Corrientemente los cereales se riegan por:

a) inundación desde regueras en curva de nivel

b) por inundación entre camellones (bordes)

c) por surcos pequeños o corrugaciones

d) por surcos normales para maíz y semilleros.

Necesidad de agua de cereales pequeños

Las cifras experimentales varían de 380 mm. hasta 685 mm. Generalmente los ensayos se refieren a zonas semi áridas.

En general se estima que en condiciones de suelo favorables (que este pueda almacenar toda la lluvia caída) se necesitan 450 mm. de agua que generalmente es proporcionada por lluvia que cae dentro del período de crecimiento. A veces suele ser necesario complementar esta lluvia con riego hasta llegar a 450 mm.

Necesidades de agua del maíz

En breve puede indicarse que son necesarios unos 500 milímetros de agua para un buen rendimiento. La mayor parte de esta agua debe proporcionarse en forma de riego, pues por lo general la mayor demanda ocurre en meses con poca lluvia o sin lluvia.

c) Riego de alfalfa

Puede estimarse que la mayor superficie de alfalfa en el mundo se cultiva bajo riego. La planta se adapta bien a esta técnica, debiendo evitarse mantenerla bajo el agua por tiempo excesivo, tanto por razones de aireación del suelo como por reflección de luz que daña las hojas nuevas. En suelos con velocidad de infiltración muy baja, puede usarse el sistema de riego por surcos o corrugaciones.

Por tratarse de un cultivo permanente la producción se mantendrá alta mientras las temperaturas del aire sean adecuadas, a condicion· ·de mantener un nivel de humedad adecuado en todo el perfil del suelo.

d) Métodos de riego para alfalfa

Generalmente es necesario que el sistema adoptado permita humedecer hasta unos 2 m. de profundidad o hasta donde las raíces puedan penetrar en busca de agua o nutrientes.

Los sistemas usados son:

a) inundación desde acequias laterales (riego tendido)
b) inundación entre camellones (bordes)
c) retención de agua en tazas entre camellones en curva de nivel (estanques entre pretiles)
d) Surcos pequeños o corrugaciones

El método a) es el más simple y se presta cuando el agua es abundante. En condiciones generales se usarán bordes (b) siempre que la nivelación o emparejamiento del terreno pueda hacerse a un costo razonable.

El sistema c) se presta a suelos de infiltración lenta y el método de corrugación para suelos con desnivel mayor hasta un 405 % según erodabilidad.

Necesidades de agua para alfalfa

La experimentación indica una cifra guía de alrededor de 900 mm. para un período vegetativo de unos 180 días.

e) Riego de betarraga azucarera

Se estima que los factores que más influyen en la producción de remolacha son:

época de siembra,
fertilización,
riego.

El control de humedad del suelo es importante pues la raíz pivotante de la remolacha explora hasta 1,50 m. si el perfil de suelo se lo permite. Por esta razón no demuestra marchites aún cuando la humedad se encuentre agotada en los horizontes superiores. Esto trae daños permanentes en el desarrollo y producción.

La planta ya desarrollada tiene alto poder de recuperación después de un período de sequía.

Métodos de riego para betarraga azucarera

Se ha usado el método de inundación desde acequias laterales (riego tendido), pero ha podido comprobarse que se requiere considerable atención. Si se aplica sin atención permanente provoca desperdicio de agua y lavado de suelo con el peligro de elevar napas freáticas superficiales.

El sistema de surcos en curva de nivel, ha dado buenos resultados pero requiere habilidad por parte del sembrador, ya que la siembra debe hacerse en esta forma.

En suelos de pendiente uniforme se usan hileras paralelas entre surcos rectos;en este sistema debe cuidarse que las plantas nuevas que van sobre la platabanda reciban la cantidad de agua necesaria.

El buen éxito del riego por surcos está condicionado a alisar o emparejar el terreno antes de la siembra, seleccionar un largo de surco adecuado a la textura del terreno y usar en cada surco el mismo caudal de agua.

En general el largo del surco no debe exceder de 100 metros en texturas livianas y de 200 m. en texturas medias. Las texturas pesadas parecen no ser adecuadas a este cultivo.

Los gastos de agua por surco varían de 0,55 a 1,10 litros por segundo, según textura y erodabilidad. El caudal se regula con tubos sifones o con cajas de madera.

Necesidades de agua de betarraga

Está condicionada al largo del período vegetativo y puede estimarse en alrededor de 650 milímetros distribuídos en 8 o 10 riegos o lluvias equivalentes.

d) Riego de papas

Es similar a la betarraga azucarera con las siguientes diferencias generales:

a) El sistema universal es surco.
b) Las necesidades de agua deben estimarse en unos 500 milímetros.
c) Los surcos deben ser más profundos, de unos 25 cm. para evitar la presencia de agua libre cerca de los tubérculos. Pueden usarse gastos o caudales hasta 3 litros por segundo por surco y longitudes de de riego de hasta 400 metros en suelos medios. Sin embargo es más recomendable usar 200 y 100 metros para suelos medios y livianos respectivamente.

e) Riego de árboles frutales

En general se estima que los frutales usan menos agua que otros cultivos. Sin embargo la experimentación tiende a indicar que ello no es efectivo y el agua necesaria para un árbol desarrollado y en producción es comparable a un cultivo de maíz o papas.

Es probable que la idea venga de que los árboles no muestran signos de marchitez al faltar el agua aprovechable en el suelo, limitándose a cerrar parcialmente sus estomas y disminuir el crecimiento de su brotes y frutos.

Si las condiciones del suelo lo permite los árboles frutales exploran con sus raíces 1.60 m. a 1.80 m de profundidad, extranyendo la humedad hasta su límite de Porcentaje de Marchitez Permanente, sin aparente disminución en su producción; naturalmente al final de este proceso la vegetación herbácea superficial está seca en su mayor parte.

El sistema radicular descrito permite a los árboles frutales aprovechar franjas capilares que puedan existir sobre napas freáticas ubicadas a 3 o 4 metros de profundidad o más aún en suelos de texturas finas.

Los árboles frutales de hoja caduca y los citrus tienen un sistema radicular más concentrado que comienza su mayor extracción de humedad inmediatamente abajo de la profundidad cultivada. Normalmente los primeros 60 cm. después de esta zona extraen entre la mitad y las 2/3 partes del agua evapotranspirada.

Sistema de riego para árboles frutales

a) Surcos

Es tal vez el sistema que presenta mayor flexibilidad respecto a pendientes, textura de suelos y edad de los árboles.

Para suelos de pendientes hasta 25 % se usan surcos en contorno con dos niveles de 1 por mil hasta 1½ por ciento.

En casos de suelos de lenta infiltración se puede frenar el movimiento del agua en el surco mediante diques de tierra temporarios o haciendo un trazado en zig zag

Para árboles nuevos los surcos pueden reducirse a uno o dos a cierta distancia de los arbolitos .

b) Tazas

Pueden hacerse tazas individuales o rectangulares para varios árboles, para esto el terreno debe ser emparejado previamente.

Si los camellones que limitan las tazas se trazan en la curva de nivel se pueden encerrar varios árboles en una sóla taza y regarlos facilmente en una sóla operación, aún cuando el terreno no sea muy parejo.

Necesidades de agua de los árboles frutales

a) Manzanos

Normalmente requieren alrededor de 450 milímetros, manteniendo la entre línea sin vegetación. Este volúmen se otiene del agua del Invierno almacenada en el suelo y de lluvias o riegos de Verano.

En suelos profundos es conveniente reducir el número de riegos y aumentar su volumen para evitar pérdidas por evaporación superficial. 2 o 3 riegos de 150 mm. (1.500 m^3/Ha.) pueden ser suficientes)

Si hay leguminosas en la entre línea el consumo se eleva a 700 y hasta 900 milímetros.

b) Perales

Las necesidades totales son similares al manzano, pero la experimentación indica que requiere riego más frecuente, siendo afectado en su producción al bajar el suelo de un 50 % de la humedad aprovechable en los primeros 90 cm. de profundidad.

c) Durazneros

Los mejores rendimientos de han obtenido con un total de 600 milímetros y riegos frecuentes 50 a 100 milímetros (500 a 1.000 m^3 por Ha.)

d) Citrus

La observación ha indicado que en los primeros 60 cm. de profundidad se encuentran del 65 al 70 % de las raíces absorbentes. Esto aconseja un sistema de riego similar al ya expuesto para duraznero.

Para árboles que han alcanzado la mitad de su desarrollo definitivo se considera suficiente un total de 200 mm. distribuídos en riegos pequeños (20 o 30 mm.) muy frecuentes.

CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO DE RIEGO COLONIA TOMAS BERRETA

I Informaciones generales segun la Dirección de Hidrografía

A. Proyecto completo

1) Superficie por regar: 2.800 Has. en 3 etapas de construcción.

2) Demanda máxima prevista 80 mm (800 m^3/Ha) mensual

3) Gasto máximo para 12 horas de riego (sólo durante el día)

$$Q = \frac{2.800 \cdot 800}{24 \cdot 30 \cdot 3,600} = 1,72 \ m^3/seg.$$

4) Se decidió aumentar el gasto en 30% para compensar pérdidas de conducción

$$Q = 1,720 + 0,515 = 2,237 \text{ aprox.} = 2,250 \ m^3/seg.$$

5) Para reducir el tamaño de la instalación se proyecta acumular agua durante 12 horas nocturnas y trabajar las bombas 24 horas diarias.

6) El volumen de agua que deberá embalsarse, será el 50% de las necesidades diurnas (2,25 m^3/seg. durante 12 horas) esto da:

$$V = \frac{2,25 \cdot 3.600 \cdot 12}{2} = 48.500 \ m^3 \text{ aprox. } 50.000 \ m^3$$

6) El otro 50% de las necesidades se proporcionará directamente por las bombas

7) El gasto de agua que deberán entregar las bombas funsionando 24 horas diarias será:

$$Q = \frac{2,250}{2} = 1,125 \ m^3/seg. \text{ aprox. } 1,20 \ m^3/seg.$$

El canal principal ha sido diseñado para este gasto.

B. Primera etapa

1) Superficie por regar: 903,74 Has. (debe restarse de esta cifra las áreas sobre la cota del Toma Granja)

2) Nómina de las parcelas

Nº.	Toma Granja	Recomendación	Superficie Has. Regada	Sin riego	Total
A2	Tiene 1 TG doble				
83	" 1 TG simple				
75	" 2 TG simples	Eliminar la TG más baja y reemplazar simple por doble			
76	" 2 TG simples				
77	" 1 TG doble				
78	" 1 TG simple				
65	" 2 TG simple				
66	" 2 TG simple				
67	" 2 TG una doble otra simple				
68	" 2 TG simples				
59 A	" 1 TG simple				
70	" 1 TG simple				
69	" 1 TG doble				
72	" 2 TG simples				
74	" 1 TG simple				
73	" 3 TG simples				
120	" 1 TG simple	Construir otra TG simple al costado E			
84	" 1 TG simple				
80	" 1 TG simple				
81 A	" 1 TG simple				
121	" 1 TG simple				
71	" 1 TG simple				
123	" 1 TG simple				
59 B	" 1 TG simple				
124	" 1 TG simple				
57	" 1 TG simple				
58	" 1 TG simple				
125	" 1 TG simple				
128	" 1 TG simple				
129	" 1 TG simple				

3) Gasto de agua que se proyecta elevar.
La dotación adoptada para esta etapa es de 400 l/seg. en dos elevaciones:

a) Primera elevación:

Se instalarán 2 bombas, cada una para:

Altura H = 22,44 mts.
Gasto Q = 200 l/seg.
HP = 80

b) Segunda elevación (Se recomienda la alternativa siguiente)
Instalar 2 bombas, cada una para:

Altura H = 11,24 mts.
Gasto Q = 200 l/seg
HP = 40

Es recomendable disponer de 2 bombas en cada una de las elevaciones, para poder regar aún cuando alguna unidad está en reparación.

Si se considera un rendimiento de las bombas de 70% como mínimo, aún con las variaciones normales de la cota del agua en el río Uruguay, puede reducirse la potencia de los motores eléctricos a unos 65 HP para la primera elevación y a unos 32 HP en la segunda.

II Necesidades de agua de los cultivos

La Evapotranspiración Potencial en la región fue calculada en la Parte General de este trabajo.

Cuando fueran conocidos los cultivos adoptados en el Proyecto, se estimaron coeficientes mensuales de uso de agua, que multiplicados por el valor mensual de ETP nos dan el consumo de agua que un cultivo determinado tendrá en un mes.

Para estimar estos coeficientes se tomó en cuenta la época de siembra y cosecha, las temperaturas medias del mes, las mínimas absolutas y la insolación relativa, como también las características del cultivo.

El Cuadro N.° 16 que se inserta a continuación presenta esta información y los coeficientes adoptados.

Cuadro N.° 16 RESUMEN CLIMATICO, LARGO DE PERIODO VEGETATIVO DE DIFERENTES CULTIVOS Y COEFICIENTES DE USO DE AGUA ADOPTADOS. REGION DE MERCEDES, URUGUAY

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
			C	L	I	M	A						
Temp. °C	26,0	25,2	22,4	18,1	14,7	12,3	11,9	12,9	15,3	17,9	21,3	24,2	18,5
Mín. abs. °C	5	9,2	5,4	2,4	-1,8	-5,8	-5,8	-5,0	-3,0	0,4	3,8	5,4	- -
Lluvia mm.	98	85	123	96	72	74	48	76	84	104	92	60	1011
Insolac. real/pot.	74	73	68	65	57	50	51	56	59	62	70	71	- -
	Largo del período vegetativo y coeficiente de uso mensual												
Alfalfa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bet. Invierno				0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	1	1			
Bet. Verano	1	1	0.7	0.5	0.5						0.4	0.7	
Maíz	1	1	0.5								0.5	0.7	
Naranjos	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	

Con los coeficientes obtenidos se hizo un balance hídrico del suelo para los cultivos adoptados. Este balance aparece en el cuadro N.° 17.

Las necesidadeas de riego cuando existan, se han calculado con un 50 % de Eficiencia de Riego y se expresan en mm. Para obtener m^3/Ha basta multiplicar por 10.

Cuadro N.º 17 BALANCE HIDRICO DEL SUELO CON DIFERENTES CULTIVOS EN mm.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
1) Pp real	98	85	123	96	72	74	48	76	84	104	92	60	1011
2) Pp efectiva (70%)	69	60	86	67	50	52	34	53	59	73	64	42	709
3) ETP Penman Bavel	153	122	93	88	34	24	25	43	60	90	122	143	997
ALFALFA													
4) Coef. corr. ETP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5) ETP corr.	153	122	93	88	34	24	25	43	60	90	122	143	997
6) 2-5	-84	-62	-7	-21	16	28	9	10	-1	-17	-58	-101	-288
7) Agua Almacenada	0	0	0	0	16	44	53	63	62	45	0	0	63
8) Agua retirada	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	45	0	63
9) Déficit	84	62	7	21	0	0	0	0	0	0	13	101	288
10) Riego	168	124	14	42	0	0	0	0	0	0	26	202	576
REMOLACHA DE INVIERNO													
11) Coef. corr.	—	—	—	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	1	1	—	—	
12) ETP corr.	—	—	—	44	17	12	18	30	60	90	—	—	271
13) 2-12	—	—	—	23	33	40	16	23	-1	-17	—	—	
14) Agua almacenada	—	—	—	23	56	75	75	75	74	57	—	—	75
15) Agua retirada	—	—	—	0	0	0	0	0	1	17	—	—	18
16) Deficit				0	0	0	0	0	0	0			0
REMOLACHA DE VERANO													
17) Coef. corr.	1	1	0.7	0.5	0.5	—	—	—	—	—	0.4	0.7	- -
18) ETP corr.	153	122	65	44	17	—	—	—	—	—	49	100	550
19) 2-18	-84	-62	21	23	33	—	—	—	—	—	15	58	- -
20) Agua almacenada	0	0	21	44	75	—	—	—	—	—	75	17	75
21) Agua retirada	17	0	0	0	0	—	—	—	—	—	0	58	75
22) Déficit	67	62	0	0	0	—	—	—	—	—	0	0	129
23) Riego	134	124	0	0	0	—	—	—	—	—	0	0	258
MAIZ													
24) Coef. corr.	1	1	0.5	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.7	
25) ETP corr	153	122	47	—	—	—	—	—	—	—	61	100	322
26) 2-25	-84	-62	39	—	—	—	—	—	—	—	3	-58	- -
27) Agua almacenada	0	0	39	—	—	—	—	—	—	—	75	17	75
28) Agua retirada	17	0	0	—	—	—	—	—	—	—	0	58	75
29) Déficit	67	62	0	—	—	—	—	—	—	—	0	0	129
30) Riego	134	124	0	—	—	—	—	—	—	—	0	0	258

Cuadro N.° 17 (Continuación)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
	ARBOLES CITRICOS												
) Coef. corr.	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
) ETP cprr.	107	85	65	61	24	17	18	30	42	63	85	100	697
) 2-32	-38	-25	21	6	26	35	26	23	17	10	-21	-58	
) Agua almacenada	0	0	21	27	53	75	75	75	75	75	54	0	75
) Agua retirada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	54	75
) Déficit	38	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	67
) Riego	76	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	134

Resumen de requerimientos de riego

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
falfa	168	124	14	42	0	0	0	0	0	0	26	202	576
molacha Invierno	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	—	—	0
molacha Verano	134	124	0	0	0	—	—	—	—	—	0	0	258
íz	134	124	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	258
trus	76	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	134

:I <u>Ajuste de la superficie regada a las disponibilidades de agua</u>

A) Para el Proyecto Terminado con 2.800 Has. bajo riego y dotación máxima de 800 m^3/Ha/mes.

1) Demanda máxima:

Ocurre en Enero y la situación puede exponerse con 3 ejemplos de rotación para una parcela de 10 Has.

Rotación A	Has.	Demanda Enero m^3/Ha.	Demanda Total Enero m^3
Alfalfa	5	1.680	8.400
Maíz	2	1.340	2.680
Citrus	1	760	760
Pradera	2	0	-
	10	3.780	11.840

La dotación necesaria por Ha resulta ser de 1.184 m^3 en Enero valor que excede la disponibilidad.

Rotación B	Has.	Demanda Enero m^3/Ha.	Demanda Total Enero m^3
Alfalfa	1	1.680	1.680
Maíz	2	1.340	2.680
Citrus	1	760	760
Pradera	6	0	0
	10	3.780	5.120

Ahora la dotación necesaria por Ha. es de 512 m^3 en Enero resultando un excedente de agua.

Rotación C	Has.	Demanda máx. Enero m^3/Ha.	Demanda Total Enero m^3
Alfalfa	2	1.680	3.360
Maíz	2	1.340	2.680
Citrus	2	760	1.520
Pradera	4	0	-
	10		7.560

Esta rotación necesita un máximo de 756 m^3 en Enero ajustándose a la disponibilidad.

Planilla resumen de riego para parcela de 10 Has. en Rotación C

		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril	
ltivo	Has.	m^3/Ha	Total	m^3/Ha	Total	m^3/Ha	Total	m^3/Ha	Total	m^3/Ha	Total	m^3/Ha	Total
falfa	2	260	520	2.020	4.040	1.680	3.360	1.240	2.480	140	280	420	840
lz	2	0	0	0	0	1.340	2.680	1.240	2.480	0	0	0	0
:rus	2	0	0	80	160	760	1.520	500	1.000	0	0	0	0
adera	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		260	520	2.100	4.200	3.780	7.560	2.980	5.960	140	280	420	840

En la práctica los riegos menores de 50 mm (500 m^3/Ha) son difíciles de aplicar por métodos superficiales, también es necesario aproximar el volumen de agua por aplicar a la centena más próxima.

Para calcular el volumen de cada riego se ha admitido que el agua aprovechable almacenada en el perfil es 75 mm y el riego se repite al terminarse el 63 % de dicha humedad. Esto da 47 mm (470 m^3/Ha) por reponer en cada riego; o sea 500 m^3/Ha y por riego.

uadro No. 18 RESUMEN DE NECESIDADES DE RIEGO PARA 10 Has. EN ROTACION C

	2 Has. Alfalfa	2 Has. Maíz	2 Has. Citrus	Total	Gasto continuo en l/seg.	Número de turnos	m^3 por turno	Duración del turno en hos. (Q=40 l/seg.)
m^3/Ha	500	—						
No. de riegos	1	—						
Total en m^3	1.000	—		1.000	0,39	1	1.000	7
m^3/Ha.	2.000	—	500	2.500				
No. de riegos	4	—	1					
Total en m^3	4.000	—	1.000	5.000	1,93	4	1.250	8,7
m^3/Ha	1.700	1.500	800	4.000				
No. de riegos	4	3	1					
Total en m^3	3.400	3.000	1.600	8.000	3.10	4	2.000	14
m^3/Ha	1.300	1.300	500	3.100				
No. de riegos	3	3	1					
Total en m^3	2.600	2.600	1.000	6.200	2,40	3	2.066	14,4
m^3/Ha	500	- -	- -	500				
No. de riegos	1	- -	- -					
Total en m^3	1.000	- -	- -	1.000	0,39	1	1.000	7
m^3/Ha	500	- -	—	500				
No. de riegos	1	- -	- -					
Total en m^3	1.000	- -	- -	1.000	0,39	1	1.000	7

2) Forma de entrega de agua a cada Parcela

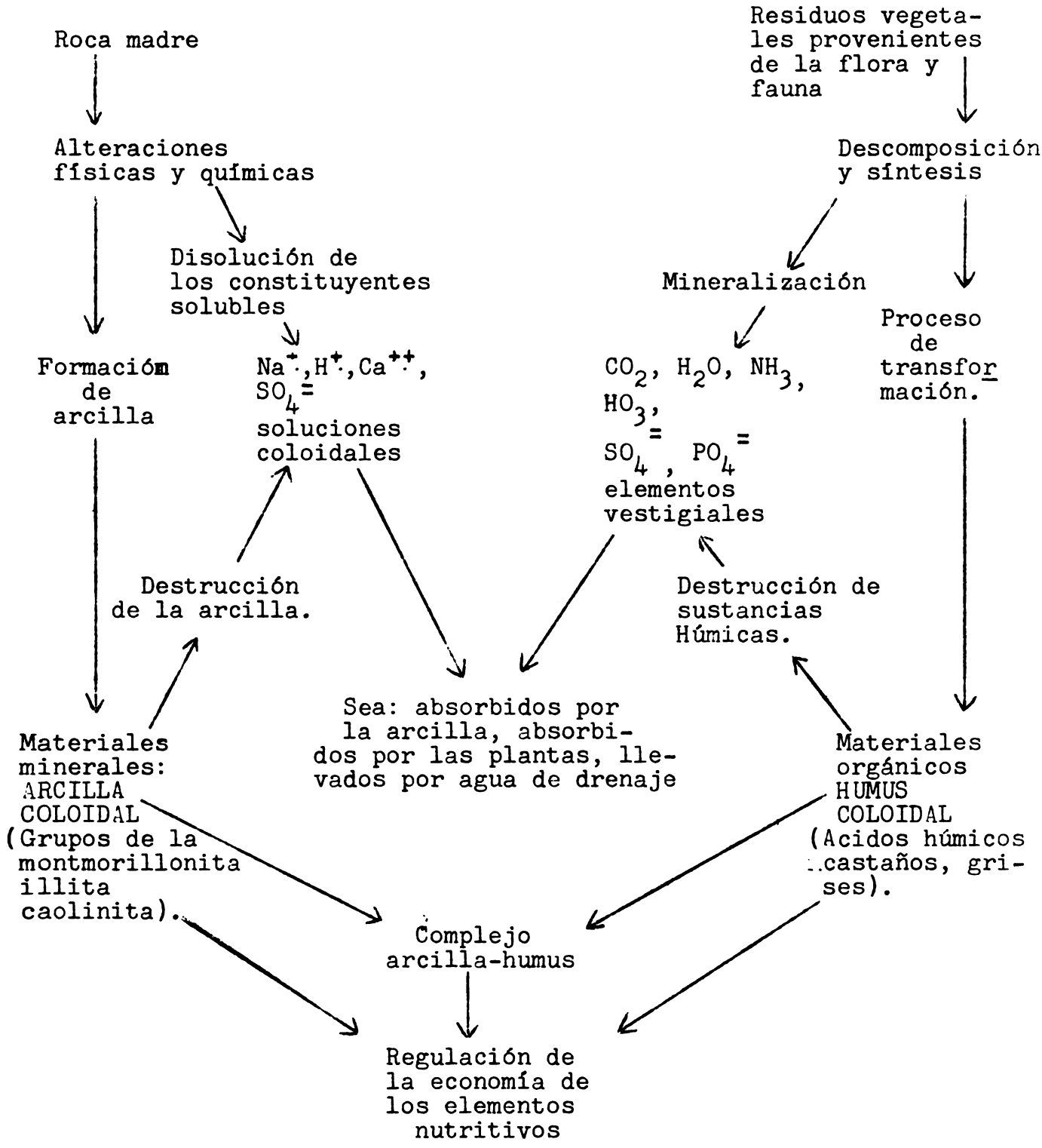
La entrega de caudal continuo debe ser descartada pues no es posible regar con gastos inferiores a 10 litros por segundo, salvo en condiciones muy especiales. Será pues necesario entregar por turnos el agua de riego.

Para establecer la duración de los turnos se puede partir de la demanda mensual calculada y de un gasto múltiplo de la cantidad de agua que puede manejar un hombre. Esta cantidad que se suele llamar regador y varía entre 10 y 40 l/seg. Parece recomendable usar en este caso un regador de 20 l/seg., así una parcela puede recibir 20, 40, 60 l/seg. según disponga de 1,2 o 3 obreros regadores.

Para la Parcela de 10 Has. con Rotación C usando 2 regadores resultaron los turnos cuyo número y duración está indicada para cada mes en el Cuadro 18.

ESQUEMA DE LA FORMACION DEL SUELO SEGUN SCHEFFER & WELTE

DE LA UNIVERSIDAD DE GÖTTINGEN



Formación del Suelo

Desarrollo del Perfil (1)

Debemos examinar el desarrollo del perfil del suelo a partir del material original. Tratar estos dos procesos como distintos estadios no implica que sean necesariamente sucesivos en el tiempo. El desarrollo del perfil puede realizarse simultáneamente con la meteorización de la roca que forma el material original; y aún en el caso que este material pueda distinguirse claramente de los horizontes del suelo, la meteorización aún continúa mientras existan minerales meteorizables.

En los procesos del desarrollo del perfil se desarrollan horizontes definidos. La sucesión completa de horizontes hasta el material original indiferenciado, e incluyendo la parte superior del mismo, constituye el perfil del suelo. Los horizontes del suelo se engloban en el término SOLUM. Idealmente el solum representa el material original modificado en los procesos de formación del suelo o edafogénicos.

Uno de los problemas más difíciles que se plantean al edafólogo es determinar la correspondencia del solum con el material primario que yace debajo del él. Se facilitaría grandemente el estudio de la edafología si pudiera suponerse siempre que el solum se ha desarrollado de idéntico material o al menos parecido al material originario. Con frecuencia no es éste claramente el caso, como cuando se presentan cubiertas arenosas; pero incluso cuando no hay una evidencia clara que no se trata de un cambio vertical en el material original se necesita la prueba de uniformidad. C.H. Edelman propuso usar los materiales pesados como prueba de material autóctono y esta línea de trabajo ha sido desarrollada posteriormente por C.E. Marshall quién usó el zirconio como indicador inmóvil y calculó así las ganancias y pérdidas en un perfil durante su desarrollo. Las pérdidas del horizonte A y las ganancias del horizonte B se calcularon basándose en esta hipótesis. También se ha sostenido que la fracción arenosa de 0,125 a 0,046 mm. era aparentemente inmóvil. Si esto se confirmara, podría ser un punto de partida muy útil para los estudios del perfil.

Puesto que el perfil del suelo es el resultado de todos los procesos de formación del mismo, constituye la base natural de su estudio. Y por esto, al comparar los suelos con el fin de clasificarlos, es necesario considerar no sólo la superficie de los mismos, sino todos los horizontes que constituyen el perfil. La sistemática de los suelos es en realidad una sistemática de perfiles de suelo.

---

(1) Tomado de: ROBINSON, Los Suelos Repartidos por el Prof. Luis de León

No siempre la diferenciación en horizontes constituye la expresión posible y completa de unas condiciones dadas. Los perfiles que no han alcanzado un desarrollo completo se denominan inmaturos o no desarrollados. Un perfil puede ser inmaturo, cuando no ha tenido suficiente tiempo para desarrollarse, como en el caso de los suelos formados a partir de depósitos eólicos aluviales recientes. En otros casos, la eliminación del material superficial por erosión puede haberse producido a la misma velocidad que el desarrollo del perfil y mantener un estado de no madurez. Este caso es el de la fuertes pendientssen climas de grandes aguaceros. Cuando en colisión con la capa natural de vegetación, la erosión ha penetrado en un perfil maduro puede originarse un perfil truncado, caracterizado así por la eliminación de ciertos horizontes. Ejemplos de tales perfiles se encuentran en los Estados Unidos sudorientales donde la tala de bosques por los primeros colonos, en una región sujeta a lluvias torrenciales y con una topografía quebrada, ha tenido como consecuencia una intensa erosión de la superficie del suelo, de tal manera que el suelo cultivado actual representa un antiguo horizonte subsuperficiales.

Finalmente, y ello aunque la erosión no haya conducido a la conservación o destrucción del desarrollo del perfil del suelo, el cultivo puede acabar confundiendo los horizontes de los suelos naturales. Los suelos típicamente agrícolas de la Gran Bretaña presentan perfiles perturbados. Aparte de la intervención en el curso natural del desarrollo del perfil ocasionada por los procesos del cultivo y la posibilidad de una erosión después de la eliminación de la vegetación natural, las labores ordinarias de cultivo originan una mezcla de todo el suelo hasta donde llega su acción. Y por lo tanto, si se hallaran vestigios de perfiles originales del suelo, estos aparecerían sólo por debajo de la zona afectada por las labores ordinarias, es decir, a una profundidad de unos 20 a 25 cms.

Los perfiles maduros se encontrarán si los hay, en regiones de nivel bajo o de topografía suavemente ondulada con vegetación natural que ha estado durante muchas épocas sujeta a procesos de formación del suelo característico de la localidad. En algunos casos, puede ocurrir que el dasarrollo del perfil, interrumpido por la erosión pueda reanudarse al establecerse una capa de vegetación natural. Esto lleva a la formación de perfiles secundarios, como los que se observan en ciertas mesetas de Gales, en las que el césped o el brezo han arraigado donde existía antes el bosque.

Aunque la erosión catastrófica da origen a la formación de perfiles truncados, también la erosión normal puede considerarse como un factor importante en el desarrollo del perfil. En la erosión normal se produce una eliminación lenta del material superficial y la correspondiente deposición en otros lugares del material así eliminado. En un país de colina como Gales, los lugares con relieve convexo van perdiendo metrial, mientras que los sitios con relieve cóncavo lo acumulan. Esto se refleja en la profundidad del solum. Existe también un transporte normal y una acumulación normal por la acción del viento, particularmente en climas secos.

Al tratar los procesos del desarrollo del perfil es conveniente considerar dos apartados a saber:

1. El perfil de materia orgánica.
2. El perfil mineral

Esto es una mera convención didáctica. Los procesos que ocasionan el desarrollo de la materia orgánica del perfil no son enteramente distintos de los que producen el perfil mineral. Naturalmente, el segundo grupo de procesos afecta tanto a la distribución de materia orgánica como a la de minerales. Del mismo modo, el perfil orgánico determina en grado sumo el carácter del perfil mineral. Y puesto que los primeros estadios del desarrollo del suelo derivan simplemente de la adición de la materia orgánica y de restos de la vegetación, deben ser considerados en primer lugar.

Horizontes Superficiales Orgánicos

En condiciones naturales, los residuos de la vegetación y los productos de su descomposición pueden acumularse en la superficie y formar los horizontes superiores del perfil del suelo. Se ha prestado considerable atención a la nomenclatura y clasificación del humus forestal, aunque el problema es general a los suelos en todos los tipos de vegetación, y es de importancia en suelos herbáceos artificiales. En la nomenclatura convencional usada para la descripción del perfil, se usa el signo A_{00} para denotar residuos de plantas no descompuestas, como las hojas recientemente caídas; A_0 para la capa orgánica más o menos humificada, y A_1 para la porción superior del perfil mineral obscurecido por la infiltración del humus. La capa A_0 se subdivide a veces en una capa F de escombros descompuestos y una capa H en la cual el material se humifica.

P.E. Müller, en su trabajo clásico sobre las formas de los humus, distinguía entre el humus neutro, o mull y el humus ácido o torf; en el torf, Müller incluía el llamado raw humus o humus fresco. El mull, según Müller, comprende el material estratificado suelto que se produce principalmente por la actividad de la fauna del suelo. Distinguióel mull de lombriz de tierra y el mull de insecto; el primero, rico en materia mineral, y con mucha materia inorgánica el segundo.

Se han propuesto numerosas clasificaciones del humus forestal. La de H. Hesselman es un ejemplo del enfoque moderno del problema. Este autor distingue:

1. Mull, una capa de humus con marcada estructura suelta y que contiene materia mineral.

2. Mar (o mor), análogo al humus fresco, pero más suelto.

3. Humus fresco, una capa de humus compacto entrelazado con hifas de hongos y plantas superiores.

Una clasificación que ha sido aceptada por numerosos investigadores es la de Heiberg y Chandler, quienes consideran una diferencia fundamental entre el mull y el mor, teniendo el mull el significado generalmente aceptado, mientras que el mor corresponde generalmente con el duff, mor, moder y humus raw de otros escritores. Mull es la materia orgánica mezclada con materia mineral, con estructura compacta o desmenuzada, mientras que el mor es prácticamente materia orgánica pura, más o menos compacta y trabada entre sí. Dichos autores distinguen 5 subvariedades de mull y otras 5 de mor, basándose en su estructura y colocación. Más recientemente, Laatsch ha señalado la diferencia entre humus de depósito y el humus del suelo. El humus de depósito puede dividirse en moder, que es un humus suelto finamente dividido; humus fresco, que es de estructura fibrosa debido a descomposición retardada, y Auflagetorf, que es humus fresco con estructura trabada turbosa. El término humus de suelo usado por Laatsch se refiere a humus depositado con el mismo suelo. Este carece probablemente de estructura.

Hartman ha propuesto recientemente la aceptación de las categorías siguientes de humus forestal:

1. Mull
2. Moder (mor de Heiberg y Chandler)
3. Turba superficial
4. Gyttje
5. Soles de humus
6. Gele de humus y sus productos de deshidratación.

El mull se considera formado principalmente por los excrementos de la fauna del suelo, siendo las variedades más finas las de insectos, ciempiés, etc. Según el carácter del substracto mineral, dicho autor distingue el mull calcáreo, el mull salino, el mull blando y el mull ácido.

El moder corresponde generalmente con el mor o humus fresco de otros autores, y es considerado por Hartman como un material cuya descomposición biológica se ha detenido, mostrando una estructura celular más o menos clara trabada por hifas de hongos.

Cuando yace directamente sobre la materia mineral, se llama "depósito moder"; dentro del suelo se le llama "suelo moder".

La turba superficial se distingue de la verdadera turba profunda en que aún es asiento de actividad biológica. Se distingue la turba seca, representada por la turba de brezos secos, y la turba húmeda, desarrollada en condiciones constantemente húmedas.

El gyttje es un tipo de humus formado principalmente por excrementos de animales depositados en agua. Debido a esto puede ser comparado con los otros tipos de humus que son superficiales.

El estudio de los tipos de humus tiene una importancia fundamental en la silvicultura, puesto que puede observarse una estrecha correlación entre el tipo de humus superficial y su especificidad para el crecimiento de los árboles. En general, los tipos de mull son de mayor fertilidad que los tipos de moder o de mor, aunque con algunas especies arbóreas la regeneración natural puede ser mejor en moder que en mull. Mientras que el mull muestra, en general, un contenido básico más alto que el moder, no siempre es así, puesto que algunos tipos de mull pueden ser extremadamente pobres en bases.

Perfil Mineral

El desarrollo del perfil mineral es consecuencia principalmente de los movimientos de agua en el suelo, y podemos distinguir tres posibilidades.

1. En condiciones húmedas hay un exceso de lluvia sobre evaporación. Se presenta así una tendencia general de la humedad del suelo, y éste queda sujeto a un proceso de lavado según el cual ciertos constituyentes son transportados hacia abajo o bien depositados en horizontes más bajos o completamente eliminados por drenaje.

2. En condiciones áridas con un exceso de evaporación posible sobre la lluvia, cuando llueve se humedece el suelo sólo hasta profundidades limitadas. Cuando cesa la lluvia, la humedad del suelo sube otra vez a la superficie, debido a la influencia de la evaporación de tal manera que el transporte de materiales se produce alternativamente en ambas direcciones, sin eliminación completa de los constituyentes por lavado. Debería tenerse en cuenta que la evaporación no se limita necesariamente a la superficie, puesto que cuando el contenido de humedad se reduce a un cierto punto la ascención capilar es inapreciable. De este modo, en las etapas finales de desecación, la deposición de materiales de la solución puede efectuarse a profundidades apreciables.

3. El movimiento de descenso puede ser impedido por la presencia de agua freática o por haber una capa impermeable. En tales casos, el movimiento de agua puede ocurrir sólo lateralmente sobre el horizonte de resistencia. La resistencia no siempre será completa y pueden observarse así etapas intermedias.

Los tres casos mencionados no deben mirarse como tipos claros y definidos. En primer lugar, particularmente en climas de monzón, el perfil es completamente lavado durante la estación húmeda, pero incompletamente en la seca. Incluso en la Gran Bretaña durante el verano, particularmente en el sudeste, la lluvia moja el perfil sólo a una profundidad limitada sin causar un drenaje completo. En segundo lugar, incluso en un clima árido, habrá años anormalmente húmedos, en los cuales el perfil es completamente lavado con la consiguiente eliminación de sales solubles hasta los horizontes más profundos del material original, o incluso al nivel del agua freática. Finalmente, en tercer lugar, existen todos los grados de resistencia desde el ligero impedimento a la obstrucción completa del lavado descendente por una capa de agua o un estrato impermeable.

Eluviación e Iluviación

Podemos llamar eluviación a la traslocación de material, bien por medio mecánico o en solución. Pueden distinguirse dos tipos principales de eluviación a saber:

1. Eluviación mecánica, en la cual aparte de cualquier diferenciación química, las fracciones más finas de la porción mineral del suelo son lavadas hacia los niveles más bajos.

2. Eluviación química, en la que se produce descomposición, y ciertos productos así liberados son traslocados en solución, vercadera o coloidal, para ser depositados en otros horizontes lejanos.

Generalmente, los horizontes cuyo material ha sido eliminado por eluviación se denominan horizontes eluviados o A, y los enriquecidos por la deposición o por precipitación de material de los horizontes eluviados, iluviales u horizontes B. El material original no diferenciado que yace debajo se denomina horizonte C. Algunos autores han aplicado el término horizonte D a la roca madre, de la cual se ha desarrollado el horizonte C por meteorización.

La eluviación mecánica tiene como consecuencia el desarrollo de un perfil de textura caracterizado por un horizonte A ligeramente texturado del cual se han eliminado la arcilla y las fracciones más finas, y un horizonte B subyacente fuertemente texturado enriquecido por el material más fino eluviado del horizonte.

En Inglaterra no se presentan perfiles de textura muy desarrollada pero se observa un aumento en contenido de arcilla pasando del suelo al subsuelo. En el sudeste de los Estados Unidos, se encuentran perfiles con textura bien desarrollada que presentan un horizonte A arenoso sobre un horizonte compacto, el llamado hardpan. Puede suponerse que la presencia de un proporción considerable de arena en el suelo es una condición necesaria para el desarrollo de un buen perfil de textura, puesto que un suelo que consista principalmente de material fino no presentará la necesaria facilidad para el movimiento de agua. La falta de perfiles de textura muy desarrollados en Gran Bretaña, es debida principalmente a la relativa juventud de los suelos.

La intensidad de la eluviación mecánica depende principalmente de la lluvia; aunque también queda afectada por la estructura del suelo. Un suelo que tiene una estructura grumosa bien desarrollada

está menos sujeto a la eluviación que un suelo en el que prevalece la estructura de granos aislados. El carácter del complejo arcilla y el contenido básico del suelo son fundamentales a ese respecto.

La formación de hardpans en la eluviación mecánica ha sido estudiada por Brown, Rice, Jenny y Smith. Los procesos comprenden dos etapas: la disperción en el material coloidal en el horizonte A, y su deposición en el horizonte B. Se sugieren dos tipos de deposición, es decir, una acción de tamizado, en la cual la coagulación por electrolitos tiene una parte importante, y una atracción basada en la adherencia de soles positivos a granos de cuarzo.

Los hardpans formados por eluviación y deposición mecánica deben distinguirse de otro tipo de hardpan, la arcillapan, que según Nikiforoff y Drosdoff, está formado por meteorización insitu de partículas de limo. Mientras que los hardpans se endurecen en forma irreversible, no existe endurecimiento permanente en el caso de los arcillapans. Los perfiles con hardpans bien desarrollados son llamados planosols por los autores norteamericanos.

Numerosos investigadores dan mucha importancia al desarrollo de un perfil de textura como indicación de la madurez del mismo.

Aunque pueda ser cierto al comparar suelos de la misma constitución, el criterio debe usarse con cuidado si se comparan suelos de composición distinta.

Los suelos con una arcilla silícea se dispersan más rápidamente que los suelos cuya arcilla es rica en sesquióxidos. Podemos por esto esperar que un perfil de textura se desarrolle menos facilmente en suelos de este último tipo, donde la ausencia de un perfil de textura no puede aceptarse como prueba de juventud. Muchos suelos maduros en los trópicos presentan poca eluviación mecánica.

Eluviación química

Mientras que eluviación mecánica está determinada principalmente por la intensidad de la lluvia y la textura del suelo, la eluviación química engloba otros factores y depende del carácter del material origianrio, del balance de lluvia y evaporación, de la naturaleza de la vegetación y de la temperatura. Los constituyentes principales afectados por la eluviación química y los caracteres distintivos de los perfiles del suelo que resultan de los distintos movimientos en la solución verdadera o coloidal, son los siguientes:

a. Materia orgánica

b. Acido silícico

c. Alúmina hidratada y óxido férrico hidratado.

d. Bases de cambio asociadas con arcilla y humus.

e. Sales relativamente insolubles, principalmente sulfatos y carbonatos de Ca.

f. Sales solubles como el sulfato y el cloruro de Na, etc.

El tipo más sencillo de eluviación química es el que afecta a las sales fácilmente solubles, como el cloruro y el sulfato sódico. En condiciones húmedas con exceso de lluvia sobre la evaporación, estas sales, si se han formado por los procesos de meteorización, son completamente eliminadas del perfil y pasan al drenaje. Incluso en condiciones semiáridas, tienden a ser eliminadas porque, aunque en las estaciones normales la lluvia es insuficiente para eliminarlas, se presentan de vez en cuando estaciones anormales cuya consecuencia es su drenaje completo. Sin embargo, cuando la lluvia, incluso en las estaciones más húmedas, es insuficiente, o cuando la infiltración es impedida por el agua superficial o un subsuelo impermeable, las sales de sodio pueden determinar el carácter del perfil del suelo y dar origen a un grupo distinto de suelos que se describirá en otro capítulo.

Después de las sales sódicas, las móviles son el sulfato y carbonato cálcico. El sulfato cálcico, aunque más soluble que el carbonato cálcico, es menos soluble que las sales de Na, y por esto pueden presentarse en cualquier perfil donde con condiciones normales el lavado sería incompleto. Pueden presentarse también en perfiles con drenaje retardado. Es sólo un constituyente transitorio en suelos lavados. Aunque el carbonato cálcico es mucho menos soluble en agua que el sulfato cálcico, tiene aún una apreciable solubilidad en la humedad del suelo que se filtra y que contiene anhídrico carbónico en disolución. Los perfiles completamente lavados si son maduros no contienen por este motivo carbonato cálcico.

En los perfiles de climas semi-áridos y áridos que no están completamente lavados, sólo los horizontes superficiales aparecen libres de carbonato cálcico, que sea acumulado por precipitación en los horizontes subsuperficiales. El valor de esta deposición dependerá del estado del limo del material originante y la profundidad a que llegue, de la lluvia efectiva. Cuanto más lluvia caiga, más profundo y menos desarrollado será el horizonte de acumulación de carbonato

cálcico. Como en el caso del sulfato cálcico, la resistencia al drenaje favorecerá la deposición de carbonato cálcico, en el perfil, de tal manera, que incluso en regiones húmedas, donde los perfiles libremente lavados se encuentran normalmente libres de carbonatos, en los perfiles retardados se puede presentar cierta deposición de carbonato cálcico. Un ejemplo de esto lo encontramos en los suelos de turba negra con drenaje retardado y una deposición marcada de carbonato cálcico en los horizontes superficiales. Las arenas rojas con drenaje libre y condiciones climáticas y topográficas exactamente parecidas, se hallan completamente libres de carbonato cálcico.

La presencia de un horizonte de carbonato cálcico secundario en un perfil de drenaje libre, es la característica del grupo de suelos más importantes del mundo, algunas veces llamados "pedocals" a los cuales pertenecen los chernozems o tierras negras y otros grupos similares. Están asociados a un clima y vegetación esteparios o desérticos, en los cuales la lluvia es menor que la posible evaporación.

Cuando el lavado es suficientemente intenso para afectar al perfil del suelo, el carbonato cálcico deja de presentarse como constituyente constante. Si se trazan perfiles a través de un continente como los Estados Unidos o Rusia, según la dirección de humedad creciente, se verá que el horizonte de acumulación de carbonato cálcico se hunde cada vez más en el perfil y se hace más delgado hasta que, finalmente, desaparece cuando la humedad es suficiente para que se realice el lavado completo. Para llegar a este límite crítico, no necesitamos suponer que cada año exista un lavado completo de perfil. Con un lavado moderado como el que implican estas condiciones, el perfil del suelo, aunque libre de carbonato cálcico, tiene un contenido básico alto y reacción casi neutra. La acidez potencial de la arcilla y del humus es neutralizada ampliamente por las bases, principalmente por el calcio. En estas condiciones, la descomposición de los residuos vegetales da origen a un humus estable obscuro, mientras que la arcilla formada por meteorización química es del tipo silíceo. Los agregados estreucturales o grumos son muy estables y la eluviación mecánica es relativamente ligera. Estas circunstancias son todas favorables para la agricultura y para el cultivo del suelo. Los suelos de pradera de los Estados Unidos constituyen ejemplos de estas condiciones. Los suelos de los prados bien cuidados de la Gran Bretaña, aunque artificiales, tienen caracteres análogos.

En un paso más avanzado de lavado, el perfil se hace más ácido por pérdida de bases. Consecuencia de ello es que los agregados estructurales tienden a perder su estabilidad donde la eluviación mecánica es fácil. Otro efecto importante de la disminución del contenido básico es que el complejo de arcilla, según A. Stebbutt, sufre una descomposición parcial si los sesquióxidos, principalmente el óxido férrico hidratado, quedan libres dando colores amarillentos, rojizos y castaños, algo enmascarados por el humus en la superficie d del suelo. La liberación de sesquióxidos puede explicarse como la consecuencia de la meteorización de minerales primarios en las condiciones ácidas que prevalecen en el solum. K. Lundblad ha demostrado que ciertos suelos de esta categoría contienen sesquióxidos y sílice en forma de complejos, que pueden ser extraídos por el método de O. Tamm. Sea la que fuere la explicación real, es cierto que los suelos rojizos, pardos o amarillentos y el solum, se hallan casi siempre donde la reacción es moderadamente ácida y el lavado no está impedido. En esta categoría se hallan las "tierras pardas" de los climas templados y los "barros rojos" de los trópicos. Se presentan generalmente con vegetación forestal.

El humus tiene un papel secundario en los tipos de eluviación química que hemos considerado hasta aquí. Debemos considerar ahora el tipo de eluviación que ocurre cuando los residuos de la vegetación natural se acumulan formando una capa superficial parcialmente descompuesta, humus fresco, como sucede con las coníferas o los brezos. Los diferentes tipos de eluviación citados anteriormente, se caracterizan por el descenso progresivo del contenido básico, mientras que el tipo de eluviación con humus fresco está generalmente caracterizado por un grado de acidez todavía más marcado. Aunque esta generalización puede parecer válida al considerar los casos que se presentan en la experiencia ordinaria, no podemos excluir la posibilidad de que el humus fresco pueda formarse también en condiciones neutras o incluso alcalinas.

Si el humus fresco es la capa más superficial del perfil del suelo, el tipo de eluviación se conoce como podsolización, que origina, en los casos más extremos, el desarrollo de los perfiles de podsoles. Los podsoles y sus variantes se discutirán en un capítulo posterior, pero para comprender la podsolización como proceso formativo del suelo, será conveniente dar aquí un esquema de los caracteres esenciales de un podsol. La palabra deriva de un nombre popular ruso

correspondiente a un suelo gris o color ceniza. El podsol se presenta en climas húmedos y fríos en bosques coníferos y en brezos.

La nomenclatura generalmente aceptada, es como sigue:

A_{00} - Hojas caducas

A_0 - Humus fresco

A_1 - Capa de humus de color oscuro

A_2 - Capa lavada de color gris ceniza pálido de humus y sesquióxidos, con arena superficialmente blanqueada, gravas y piedras. Estructura suelta.

B_1 - Capa de humus endurecida, negra o de color café tostado.

B_2 - Capa parda o anaranjada de acumulación de sesquióxidos. Estructura compacta. Herrumbre sobre las piedras y gravas.

C - Material original.

Hemos visto que, con un grado moderado de insaturación básica los sesquióxidos se liberan, sea por descomposición del complejo de arcilla, o bien como consecuencia directa de la meteorización en el solum. En el tipo de eluviación podsólica, los sesquióxidos y el humus se hacen móviles y son lavados de los horizontes más altos dando una capa blanqueada carente de estructura y suelta. Por debajo de esta capa blanqueada, se produce la deposición, primero del humus y por debajo de él, de los sesquióxidos. La deposición del humus se hace patente por el color oscuro y va acompañada ciertas veces por endurecimiento hasta llegar a una consistencia de roca, originando el llamado ortstein. La presencia de cantidades considerables de piedras o gravas parece que favorece este proceso. Los horizontes de deposición de los sesquióxidos, están marcados por el color pardo o anaranjado del óxido férrico hidratado, y por cierto grado de endurecimiento. En algunos podsoles, el humus lavado no se precipita en un horizonte B_1 definido, y existe una transición directa del horizonte blanqueado(A_2) al horizonte de color anaranjado o pardo (B_2).

Debido al desdoblamiento de la estructura grumosa en los horizontes A, hay una sierta cantidad de eluviación mecánica, y el contenido de arcilla puede aumentar de un modo marcado al pasar de los horizontes A_2 a los B.

No se conoce por completo el mecanismo de la podsolización. Se está de acuerdo, en general, en que los sesquióxidos estan peptizados por el humus en solución. Aún cuando esta peptización va asociada a la acidez, no es una consecuencia necesaria del pH. Es más

probable que el efecto peptizante se deba al tanino, aniones o ácidos húmicos, o aniones de ácidos hidrácidos formados por la descomposición de los residuos de las plantas.

H.J. Jones, ha encontrado en el laboratorio que los hidrácidos tienen una acción efectiva en la disolución de sesquióxidos formando aniones complejos, que son móviles y de los cuales los sesquióxidos se precipitan como sales básicas.

A. Demolon ha demostrado que, en presencia de los aniones fosfato, silicato y humato, el hierro puede movilizarse incluso en suelos alcalinos. En la podsolización, el hierro y el aluminio son lavados en forma de complejos coloides. P.H. Gallagher asigna un papel secundario a los ácidos húmicos u considera que la podsolización puede ser debida a la acción de ácidos relativamente débiles, tales como el ácido oxálico liberado en la descomposición de restos orgánicos. Los complejos de humus-sesquióxido. pueden estar formados por la mera absorción de humus móvil por los sesquióxidos precipitados. A. Rode sugiere que los constituyentes orgánicos que movilizan los sesquióxidos son producto de una destrucción incompleta de los restos vegetales.

El mecanismo por el cual el humus y los sesquióxidos se depositan en el horizonte B está todavía menos claro que la propia eluviación. La explicación más sencilla parece ser que, puesto que la eluviación podsólica viene acompañada generalmente por condiciones extremadamente ácidas, la precipitación en horizontes más bajos se debe a su contenido básico más alto. Es posible también que los sesquióxidos puedan ser precipitados por simple restricción de la infiltración en un horizonte enriquecido en arcilla por la eluviación mecánica. C.G. Morrison opina que el óxido férrico aparece en los horizontes iluviales por la precipitación irreversible de los soles libres de humus durante período de sequía. En el invierno, se produce movimiento de la humedad del suelo, especialmente de descenso y predomina así la eluviación; al secarse el perfil en el verano, ocurre la precipitación. La localización de la precipitación en un horizonte definido está probablemente relacionada con la naturaleza del gradiente de humedad. Si las consideraciones de Morrison y Sothers son correctas, los perfiles del podzol deberían ser más superficiales en climas extremadamente húmedos puesto que la profundidad a la que el perfil se seca es menor. Hay cierta evidencia de que esto es así. Otra posibilidad es la tendencia a la deposición de los sesquióxidos cuando se presenta una cierta restricción en el drenaje

debido a la deposición mecánica del material fino en el horizonte B. Los soles electronegativos pueden pasar por capilares finos, mientras que los soles electropositivos, tales como el óxido férrico o la alúmina, precipitan. Un punto débil de esta teoría es que los soles del suelo son siempre negativos. Mattson ha discutido los procesos de eluviación y de iluviación a partir de sus propias teorías sobre meteorización eléctrica. Clasifica los suelos según su contenido básico en tres grupos principales a saber:

a. Suelos alcalinos o sobresaturados.
b. Suelos parcialmente saturados o semisaturados.
c. Suelos de saturación negativa básica o saturados ácidos.

Si consideramos un suelo neutro con un cien por ciento saturado, un suelo que contenga carbonatos libres y álcalis en reacción, estará sobresaturado. Cuando la saturación básica desciende por debajo de cien por ciento, tenemos la región de los suelos parcialmente saturados. Los suelos con saturación negativa; según Mattson, son suelos en los cuales los ácidos combinados predominan sobre las bases combinadas. Este estado de cosas puede existir en los horizontes B de sesquióxidos y podsoles y en suelos ferralíticos (las lateritas de algunos autores). Estos suelos electrodializados dan pequeñas cantidades de cationes y cantidades de aniones, principalmente sulfatos.

Los suelos que tienen un contenido básico positivo, es decir suelos de los grupos A y B, sufren la solvatización aniónica, o sea pérdida de aniones, principalmente de ácido silícico, dejando un complejo residual más rico en bases, esto es, en sesquióxidos. Debido al aumento normal del pH con la profundidad, no se presenta precipitación en los niveles inferiores. Cuando la meteorización es intensa, pero existe una ligera acumulación de acioides de humus, se obtendrá un contenido básico relativamente alto y habrá solvatación y una amplia eluviación de la sílice, que deja un complejo residual cuyo carácter ferralítico se hará más pronunciado al pasar de condiciones templadas a tropicales, siendo el punto final un complejo residual formado por sesquióxidos hidratados.

En condiciones más frías, que favorecen la acumulación de acioides húmicos, el pH es más bajo, y el complejo residual a contenido básico cero es del tipo sialítico ferralítico. El tipo de humus formado en condiciones de contenido básico alto, fácilmente sufre solvatación aniónica y se moviliza con él cierta cantidad de hierro y

aluminio, lo cual, según Mattson, origina una clase de pseudo podsolización distinta de la que ocurre en el humus fresco. A este tipo de eluviación debe atribuirse la podsolización aparente de suelos "soloti" con valores de pH por encima de los que normalmente están asociados a la solvatación catiónica. El color pardo de los suelos sialíticos instaurados, es decir, las tierras pardas, es atribuído por Mattson a la oxidación del humus y formación de óxidos complejos humoférricos.

Cuando un suelo está a saturación cero, la solvatación es mínima y en ausencia de ácidos minerales y orgánicos, no se presenta el lavado diferencial de basoides o acioides. Pero la acumulación de materia orgánica como el humus fresco, introduce un nuevo factor. El complejo de gel sufre ahora una hidrólisis ácida y se produce la solvatación catiónica, si los sesquióxidos son eluviados. El Al es una base más fuerte que el Fe, y sus compuestos tienen un punto isoeléctrico más alto. Por eso la alúmina sufre eluviación con pH más alto que el óxido férrico, Pero la presencia de compuestos de Fe en el complejo, introduce una combinación puesto que el hidróxido férrico es más básico que la alúmina. Mattson encontró hierro ferroso en todos los solvatos catiónicos preparados artificialmente de los perfiles de podsoles. El complejo de sol catiónico cuando desciende por el perfil encuentra un pH más alto y, al contrario de lo que ocurre con los complejos aniónicos, precipita en niveles más bajos. El material en la parte superior del horizonte B es más rico en humus, y el óxido de Fe precipita antes que la alúmina. En las primeras etapas de solvatación catiónica el material original es relativamente rico en sesquióxidos, y el sol resultante dará un gel con punto isoeléctrico más alto que en las etapas posteriores. Por esto precipitará en el perfil a mayor profundidad que en el caso del sol con menos sesquióxido que se forma en las últimas etapas. El horizonte B, por tanto, tenderá a desarrollarse de abajo a arriba como ha afirmado en otros términos B.T. Aaltonen.

La eluviación no consiste necesariamente en una traslocación descendente de materiales. Naturalmente, incluso cuando el movimiento total es descendente como en los podsoles, la deposición actual en el horizonte B puede suceder a partir de soluciones que ascienden durante el período de sequía, un tipo de deposición iluvial que es incluso el más pronunciado en ciertos perfiles ferrálíticos. En regiones tropicales húmedas que se caracterizan por períodos secos y húmedos bien

marcados, el perfil de los suelos maduros contiene con frecuencia material concresionario irreversible, depositado durante períodos secos a partir de las soluciones del suelo relativamente concentradas. Este material concresionario varía entre pequeños pisolitos diseminados y masas costrosas y ferruginosas. Según H. Harrassowitz, los sesquióxidos, en condiciones alternantes de humedad, pueden emigrar a la superficie como sales de humus protegidos, y sufrir allí una precipitación irreversible. A. Reifenberg describe un proceso similar con el ácido silícico coloidal como coloide protector. En tales casos, los depósitos superficilaes de sesquióxidos pueden considerarse como horizontes iluviales.

Desarrollo del Perfil con Drenaje Retardado o en Condiciones de Inmersión

Sucede con frecuencia que, bien sea por la presencia de una capa de agua alta o por la existencia de estratos impermeables, ciertos horizontes del suelo están sometidos permanente o intermitentemente a inundación completa. Estas condiciones producen cambios que, por ser frecuentes, deben ser contados entre los procesos edafogénicos más importantes.

La consecuencia más notable de la humedad excesiva es la eliminación del aire y la restricción de la infiltración libre. El primer resultado de la eliminación del aire es la limitación del desarrollo de las raíces de las plantas a las superficies inmediatas y el desarrollo de un tipo de vegetación natural adaptado a estas condiciones. De esa manera se desarrollan las asociaciones de los fangales, pantanos, y lodazales. Si el suelo está continuamente empapado de agua en la superficie, se forma turba por humificación anaeróbica en las primeras etapas, debido al agua superficial; pero más tarde, si la lluvia es suficiente, sólo por la influencia de la humedad atmosférica. Incluso en casos en que el nivel del agua superficial no está suficientemente cerca de la superficie para el desarrollo de la turba, se produce materia orgánica turbosa y se nota un cambio pronunciado en la cantidad de materia orgánica al pasar de la capa húmica al horizonte, donde la raíz no se desarrolla por carecer de aire. La segunda consecuencia de la exclusión del aire por empapamiento con agua, es la preponderancia de los procesos de reducción. Los compuestos férricos se reducen a ferrosos, como se ve por el color gris o gris verdoso de los horizontes empapados de agua y la existencia de compuestos tales

como sulfuros de hierro, piritas, marcasita y vivianita. Cuando se producen fluctuaciones del nivel del agua, la alternancia de condiciones oxidantes y reductoras produce un color pardo ferruginoso o amarillo parduzco abigarrado característico.

En casos extremos, pueden llegar incluso a formarse depósitos notables de óxido férrico hidratado, representado por el Fe de los pantanos de los países del norte y el murran de los trópicos. El bióxido de Mn se deposita frecuentemente en horizontes con poco drenaje.

El horizonte caracterizado por la deposición del óxido férrico hidratado secundario se llama horizonte G o Gley. Sin embargo, el término inglés gleying no se usa siempre en un sentido muy preciso. En ciertos casos puede existir poco Fe depositado pero la obstrucción del filtrado se denota por un color gris verdoso o azulado y un brillo y barnizado característico en la superficie de los elementos estructurales. Ciertos autores mirarían esto como señal característica del gleying.

La deposición de óxido de Fe secundario puede realizarse de maneras diferentes. Es más pronunciado cuando se presenta una fluctuación en la capa freática, en un perfil casi permeable, como en muchos suelos arenosos de llanuras bajas. En suelos más pesados, donde la obstrucción se debe al carácter del material y no a la capa de agua regional, las marcas de herrumbre son a menudo menos intensas y más difusas. En tales casos existe la posibilidad de los compuestos de Fe que se han hecho solubles por reducción puedan haber sido eliminados por lavado lateral. Los ocres de los pozos pueden formarse de este modo.

Numerosos suelos herbáceos, con drenaje retardado, presentan una deposición bien marcada del material ferruginoso a lo largo de los canales de las raíces, aspecto que puede servir como signo seguro de humedad estacional.

La infiltración restringida impide la eliminación de los productos de la meteorización de los silicatos. Consecuencia importante de todo esto es que el complejo de meteorización formado en tales condiciones es marcadamente más silicio que el formado en condiciones donde es posible el lavado completo. Como en las condiciones reductoras, contribuye a la formación de suelos con colores grises, distintos de los colores rojizos o pardos de los suelos que se forman cuando la eliminación del exceso de ácido silicio es libre. En cuencas en

las que el almacenamiento de agua va acompañado de una gran evaporación pueden acumularse sales solubles entre las que se encuentran CO_3Ca, yeso y sales de sodio, originando depósitos o concresiones yesosas o calcáreas y en otros casos dando origen a suelos salinos o alcalinos.

La eliminación incompleta de los materiales solubles excepto en las regiones más húmedas, produce un contenido básico relativamente elevado. En tales condiciones, la humificación de residuos orgánicos parece producir un tipo oscuro de humus. Tales suelos, como los de turba negra del sur de Africa, pueden tener color oscuro o negro, y aún así contienen menos de 1% de C orgánico. Nótese también el color negro en algunos suelos de pradera en Norte América que se desarrollan asociados a una capa acuosa importante o a drenaje retardado.

Robinson encontró que, en presencia de materia orgánica, la sumersión va seguida de un rápido aumento de la solubilidad del Fe, Mn, Ca y Mg. La solución viene afectada por la presencia del CO_2 procedente de la descomposición microbiana de la materia orgánica, que puede verificarse con considerable rapidez. El Fe pasa a la solución en estado ferroso, probablemente como carbonato ácido de Fe. Mientras el lavado es posible, se producen considerables pérdidas de Fe, Mn, Ca y Mg. Cuando la materia orgánica está ausente o sólo en pequeñas cantidades, la solubilización del hierro, Mn, Ca y Mg es desdeñable. La acidez que resulta directamente de la sumersión se atribuye al CO_2 formado por la descomposición de la materia orgánica. La formación de carbonatos solubles puede ejercer, no obstante, un efecto alcalinizante. El lavado subsiguiente de las bases así movilizadas, produce una pérdida en el contenido básico.

La formación del pan o costra puede darse en suelos con agua retenida en la zona de fluctuación del nivel freático. En ciertos tipos de suelos tropicales con drenaje retardado, la deposición de los óxidos de Fe puede desarrollar material concresional muy endurecido, conocido en Africa como murran y en Cuba como mocarrero.

El caso más extremo de la formación de panes es el desarrollo de costras ferruginosas y alumínicas en los horizontes superficiales de los perfiles de laterita. Estos serán discutidos con detalle en un capítulo posterior. Debe tenerse en cuenta que las costras de laterita van asociadas a climas tropicales con alternancia de lluvias y sequías. Es dudoso si se forman hoy día en regiones tropicales de humedad constante.

El desarrollo del depósito de sesquióxidos varía considerablemente. Si la tendencia para la formación concresionaria está menos desarrollada, pueden desarrollarse pisolitos en los horizontes superiores. Estos están constituidos principalmente por sesquióxidos hidratados, aunque puede presentarse también algo de sílice.

En una sucesión de suelos a partir de la selva de lluvia tropical y llegando a regiones menos húmedas, el material concresionario empieza a observarse en la selva del monzón, es mayor en la sabana y alcanza su máximo desarrollo en ciertos tipos de suelos lateríticos. Al aumentar la aridez, las concresiones de sesquióxidos se hacen menos evidentes y las costras calcáreas se presentan cada vez menos desarrolladas a medida que se alcanza la estepa y el desierto.

Las costras calcáreas y de yeso son formaciones de climas esencialmente semi-áridos y áridos, y no implican necesariamente drenaje retardado. En los perfiles formados en tales condiciones, el carbonato y el sulfato cálcicos se depositan en horizontes determinados, más cerca de la superficie cuanto más árido sea el clima. Los depósitos de CO_3Ca y de yeso en tales perfiles son generalmente de carácter intermitentes y apenas pueden considerarse como costras en el sentido estricto. En el desierto y en regiones semidesérticas, tales como el karroo del Sur pueden formarse densos depósitos parecidos a rocas de CO_3Ca junto a la superficie o en ella misma. Las costras calcáreas pueden existir también en condiciones de drenaje restringido, como en ciertos suelos tropicales.

---oooOOOOooo---

A. A. Klingebiel, y P. H. Montgomery. Técnicos de Suelos. Servicio de Conservación de Suelos, del Departamento de Agricultura de los EE. UU. Publicado por el Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.), en México. 1962.

CLASIFICACION POR CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS
(Clases Agrológicas)

El mapa de los estudios de suelos standards, muestra los diferentes tipos de suelos que tienen significación y, su ubicación, en relación a otras características del paisaje. Estos mapas se hacen para hacer frente a las necesidades de los usuarios con numerosos problemas y por consiguiente, contienen considerables detalles para mostrar diferencias de suelo básicas.

La información en el mapa de suelo, debe ser explicada de manera que tenga sentido para el usuario. Estas explicaciones se llaman interpretaciones. Los mapas de suelos pueden ser interpretados por :

1°) Las clases individuales de suelos en el mapa de suelo;y
2°) El grupo de suelos que se comporta de manera similar, respecto a la respuesta al manejo y tratamiento.

Como existen muchas clases de suelos, por consiguiente, hay muchas interpretaciones de suelos individuales. Tales interpretaciones proveen al usuario con todas las informaciones que se pueden obtener del mapa de suelos. Muchos usuarios de mapas de suelos desean informaciones más generales, que aquellas que provee la unidad individual de mapeo. Los suelos se agrupan de diferentes maneras, de acuerdo con las necesidades específicas del usuario del mapa. La clase de agrupamiento de suelos y las variaciones permisibles dentro de cada grupo, difieren de acuerdo al uso que se intenta dar al grupo o agrupamiento.

La Clasificación por capacidad es un agrupamiento de un número de interpretaciones, que se hace principalmente para fines agrícolas. En la misma forma que se hace con todas las clases de interpretaciones, la clasificación por capacidad comienza por las unidades de mapeo, las cuales constituyen la piedra angular del sistema (ver tabla 1). En esta clasificación , los suelos arables se agrupan de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones, para una producción continua de los cultivos comunes que no requieren condiciones o tratamientos particulares.

RELACIONES ENTRE LAS UNIDADES DE MAPEO Y LA CLASIFICACION POR CAPACIDAD

UNIDAD DE MAPEO	UNIDADES DE CAPACIDAD	SUB-CLASES DE CAPACIDAD	CLASES DE CAPACIDAD
Una unidad de mapeo es una Porción del paisaje suelo que tienen características similares y cuyos límites son fijados por medio de definiciones precisas. Dentro de las limitaciones cartográficas, y considerando el propósito de mapa, la unidad de mapeo es una unidad sobre la cual pueden hacerse el mayor número de predicciones y consideraciones	Una unidad de capacidad es un agrupamiento de una o más unidades individuales de mapeo que tienen potenciales similares así como también limitaciones y riesgos permanentes. Los suelos en una unidad de capacidad son suficientemente uniformes para: a) producir clases similares de cultivos, y pastos con tratamientos similares al manejo, b) requieren tratamientos conservacionistas y de manejo similares bajo la misma clase y condición de cubierta vegetal y c) tienen productividad potencial comparable.-	Las subclases son grupos de unidades de capacidad que tienen los mismos problemas principales de conservación tales coco: Erosión y escurrimiento Exceso de agua Limitaciones en la zona radicular Limitaciones climaticas	Las clases de capacidad son grupos de subclases o unidades que presentan el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones. Los riesgos de daños al suelo o limitaciones del suelo en cuanto al uso aumenta progresivamente de la Clase I a la VIII.-
La unidad de mapeo provee la máxima información detallada. Esta unidad es la base para proceder a efectuar todas las agrupaciones de suelos. Ella provee la información necesaria para desarrollar unidades de capacidad, grupos para lotes dedicados a bosques, grupos para sitios (pastoreo extensivo) grupos para fines de ingeniería y otros grupos interpretativos de suelos.-	La unidad de capacidad condensa y simplifica informaciones sobre suelos a fin de poder planear áreas específicas de terrenos y lote por lote. La unidad de capacidad, con la subclase y clase, provee informaciones sobre el grado de limitaciones, clase de problemas de conservación y las prácticas de manejo necesarias.-	La subclase provee informaciones en cuanto a la clase de problemas y limitaciones. La clase y subclase juntas proveen al usuario del mapa, informaciones y clases de problemas, informaciones que sirven para realizar programas de planificación y estudio de conservación amplios y generales que se necesitan y otros propósitos similares.-	Las clases de capacidad son útiles en cuanto sirven para introducir al usuario de los mapas en informaciones más detalladas del mapa de los suelos.-
Las prácticas más específicas de mapeo y estimación de rendimientos están relacionadas a la unidad de mapeo.-			Las clases muestran la ubicación, cantidad y aptitud general de los suelos para agricultura. Al nivel de la clase, se obtienen solamente informaciones de carácter general sobre limitaciones del uso agrícola de los suelos.-

Los suelos no arables (suelos que no son adecuados para una producción continua y de largo tiempo), se agrupan de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones, para la producción de vegetación permanente y de acuerdo con los riesgos de destrucción o daños si son mal manejados.

La unidad individual de mapeo, en los mapas de suelo, muestra la localización y extensión de las diferentes clases de suelos. Es posible hacer gran número de predicciones acerca del uso y manejo de las unidades individuales de mapeo, que se muestran en el mapa. El agrupamiento por capacidad es diseñado para:

1) Ayudar a los tenedores de tierra y otros en el uso o interpretación de los mapas;

2) Para familiarizar a los usuarios sobre los detalles del mapa mismo; y

3) Para hacer factible las generalizaciones basadas en las potencialidades del suelo, limitaciones en uso y problemas de manejo.

La clasificación por capacidad provee tres categorías de grupos de suelos:

1) Unidad de capacidad;

2) Subclase; y

3) Clase.

La primera categoría, unidad, constituye un agrupamiento de suelos que tienen aproximadamente las mismas respuestas a sistemas de manejo de plantas cultivadas y pastos comunes. Los suelos en cualquier unidad, se adaptan a la misma clase de plantas cultivadas y pastos comunes, y requieren sistemas alternativos similares de manejo para esos cultivos. Las estimaciones de rendimiento que cubren largos períodos de tiempo, para cultivos adaptados para suelos individuales dentro de la unidad, y bajo condiciones comparables de manejo, no varía más allá del 25%. (1)

La subclase es un agrupamiento de unidades de capacidad que tienen factores similares de limitaciones y riesgos. Se reconocen cuatro clases generales de limitaciones:

1°) Erosión;

2°) Humedad;

---

(1) Los rendimientos son significativos al nivel de la unidad y es uno de los criterios que se siguen para establecer la unidad de capacidad dentro de la clase. Normalmente, los rendimientos se estiman bajo condiciones comunes de manejo que mantiene sin alterar el suelo. El período para tal estimación de rendimiento es de 10 años para las zonas húmedas o bajo riego y 20 o más años para zonas subhúmedas o semiáridas.

3°) Limitaciones en la zona radicular; y
4°) Clima.

La tercera y más alta categoría en la clasificación de capacidad, pone todos los suelos en ocho clases de capacidad. Los riesgos de daños al suelo o limitaciones en su uso, se hace progresivamente mayor de la clase 1 a la clase 8. Los suelos en las primeras cuatro clases, bajo buenas condiciones de manejo, son capaces de producir cultivos adaptados tales como árboles o sitios y los cultivos comunes y pastos. Los suelos en las clases 5, 6 y 7, son adecuados para el uso de plantas nativas adaptadas. Algunos suelos en las clases 5 y 6 son también capaces de producir cultivos especializados, tales como frutales y ornamentales, y aún cultivos agronómicos y de hortalizas bajo prácticas intensivas de manejo, que comprende prácticas elaboradas para conservación del suelo y del agua.

Los suelos en la clase 8 no pagan los gastos de manejo para cultivos, pastos o árboles sin prácticas mayores de recuperación.

El agrupamiento de suelos en unidades o clases y subclases, se hace primariamente sobre la base de su capacidad para producir plantas cultivadas comunes y pastos, sin deteriorar el suelo por un período largo de tiempo.

Para expresar la capacidad de los suelos para ganadería y bosques, las unidades de mapeo se agrupan en sitios para pastoreo y grupos adecuados para bosques.

Se deberá partir de diversas suposiciones para asignar los suelos a los varios grupos de capacidad de uso.

Será necesario comprender estas suposiciones si se quiere hacer un agrupamiento consistente en la clasificación por capacidad y si el agrupamiento será basado con propiedad. Estas suposiciones son las siguientes:

1°) Una clasificación taxonómica o natural, se base directamente en las características de los suelos. La clasificación por capacidad (unidad de subclase y clase), es una clasificación interpretativa basada en los efectos de combinaciones de clima y características permanentes de los suelos sobre los riesgos de dañar el suelo, limitaciones en uso y capacidad de producción, y requerimientos de manejo del suelo.

La pendiente, la textura, la profundidad del suelo, los efectos de la erosión del pasado, la permeabilidad, la capacidad de mantener la humedad, el tipo de arcilla y otras diversas características similares, se caracterizan cualidades permanentes del suelo. Los árboles, los troncos, los arbustos, no son consideradas características permanentes.

2° Los suelos dentro de una clase por capacidad son similares solamente con respecto al grado de limitaciones en el uso para propósitos agrícolas o peligros de ser dañados cuando son usados. Cada clase de capacidad incluye muchas clases de suelos.

Muchos de los suelos, dentro de cualquiera de las clases, requieren distintas prácticas de manejo y tratamiento. Generalizaciones, que son válidas con respecto a los cultivos adecuados y otras necesidades de manejo, no pueden ser hechos a nivel de clase.

3° Una relación favorable entre lo que se gasta y lo que produce, es uno de los criterios comunes usados para poner cualquier suelo en una clase para cultivos, aunque no se debe ir más allá de una relación entre la producción y los gastos y las clases.

La clasificación por capacidad no es una tabla de productividad para cultivos específicos. Los rendimientos estimados se desarrollan para clases específicas de suelos y son incluídos en los libros y en los informes de los estudios de suelos.

4° Se presupone un nivel moderadamente alto de manejo, es decir, un nivel de manejo que sea práctico y esté al alcance de la habilidad de la mayoría de los agricultores de la comunidad.

El agrupamiento por capacidad no es, sin embargo, un agrupamiento de suelos de acuerdo al uso más provechoso que se podrá hacer del terreno; así por ejemplo, muchos suelos que han sido clasificados en clase 3 y 4, definidos como adecuados para diversos usos, incluso de cultivos, pueden ser más provechosamente usados para pastos o árboles que para cultivos.

5° Las clases de capacidad 1 a 4, se distinguen una de la otra por la suma de un grado de limitaciones o riesgos a que el suelo sea dañado, que afecta sus requerimientos de manejo por un período relativamente largo de tiempo, para una agricultura permanente de cultivos agronómicos. Sin embargo, diferencias en las clases de manejo o en los rendimientos de vegetación perenne, pueden ser mayores entre algunos pares de suelos dentro de una clase que entre otros pares de suelos de diferentes clases. La clase de capacidad no queda determinada por la clase de prácticas recomendadas.

Por ejemplo, para las clases 2,3 ó 4, puede o no puede requerirse la misma clase de prácticas cuando se usan cultivos agronómicos, y la clase 1 a la 6 pueden o no requerir la misma clase de pastos, de árboles para cultivos, etc.

6° La presencia de agua sobre la superficie o exceso de agua en el perfil del suelo; la falta de agua para la producción adecuada de cultivo; la presencia de piedras; la presencia de sales solubles o sodio intercambiable; el peligro de inundaciones, no son consideradas limitaciones permanentes para el uso, desde que la remoción de estas limitaciones puede ser factible.

7° Los suelos que son considerados como factibles de mejorar con drenaje, por irrigación, eliminación o remoción de las piedras de la superficie, eliminación de las sales o del exceso de sodio

de cambio, o por la protección que se haga contra las inundaciones, se clasifican de acuerdo a sus limitaciones continuas para el uso, o a los riesgos de daño al suelo o ambas, después que el mejoramiento ha sido realizado. Diferencias en el costo inicial del sistema de encalado sobre parcelas individuales de terreno, no influyen en la clasificación. El hecho de que ciertos suelos húmedos sean incluídos en la clase 2, 3 y 4, no implica que ellos deberían ser drenados, pero sí implica el grado de su limitación continua en el uso o riesgo de ser dañado, o ambos a la vez, si es adecuadamente drenado. Allí donde se considere no factible el mejoramiento de los suelos por drenaje, irrigación, remoción de piedras, eliminación de exceso de sales o exceso de sodio, o ambos, o de protegerlos de las inundaciones, los suelos son clasificados de acuerdo con las condiciones actuales en su uso.

8° Los suelos que han sido drenados o regados, se agrupan de acuerdo a las limitaciones permanentes que tienen y a los riesgos de ser dañados que afectan su uso bajo los sistemas presentes o factibles de mejoramiento de ellos.

La clasificación de los suelos por capacidad en un área, puede ser cambiada cuando se instalen proyectos de recuperación regional que cambien completamente las limitaciones del uso y reduzcan los riesgos de daño al suelo o a los cultivos por un largo período de tiempo. Como ejemplos se incluyen, el establecimiento de facilidades de drenaje, construcción de protecciones contra la inundación, provisión de agua por irrigación, eliminación de piedras de la superficie, o nivelación de los terrenos en gran escala, particularmente en tierras zanjeadas. No se incluyen dentro de esta categoría aquellas estructuras como pequeños diques o terrazas, destinadas a la conservación de suelos en un corto período de tiempo.

9° El agrupamiento por capacidad está sujeto a cambios, a medida que se vayan obteniendo nuevas indormaciones sobre el comportamiento y respuesta de los suelos a las prácticas de manejo.

10° No se incluyen dentro de los términos usados para el agrupamiento, las distancias a los mercados, la clase de caminos, el tamaño y forma de las áreas de suelos, la ubicación de los campos, la habilidad o recursos de los operadores y otras características de los patrones de tenencias.

11. Suelos con limitaciones físicas tales, que los cultivos comunes deban ser cosechados a mano, no se incluyen dentro de las clases 1, 2, 3 y 4. Algunos de estos suelos necesitan drenaje o deben ser removidas las piedras de la superficie, o ambas cosas a la vez, antes que alguna clase de maquinaria pueda ser usada. Esto no implica que el equipo mecánico no pueda ser usado en algunos suelos en capacidades 5, 6 y 7.

12. Los suelos que son adecuados para cultivos lo son también para otros usos, tales como pastos, bosques, vida salvaje, etc. Algunos suelos no adecuados para cultivos son adecuados para pastos ,bosques o vida silvestre, recreo y producción de agua.

El agrupamiento de los suelos para pastos, pastoreo extensivo, vida silvestre o bosques, pueden ser incluídos en más de una clase por capacidad; así, para interpretar los suelos para estos usos se necesitará un agrupamiento diferente del que se utiliza en la clasificación por capacidad.

13. Para ubicar los suelos en las unidades, clases y subclases por capacidad, es necesario tener informaciones que provienen de las investigaciones, observaciones y experiencias. En aquellas áreas donde no se disponga de datos acerca de la respuesta de los suelos a prácticas de manejo, los suelos pueden ser agrupados de acuerdo a la interpretación que se haga de las características y cualidades, y de acuerdo a los principios generales sobre el uso y manejo desarrollado sobre suelos y lugares ubicados en otras partes.

CLASES POR CAPACIDAD

Terrenos adecuados para cultivos y otros usos

CLASE I: Los suelos de Clase I tienen muy pocas limitaciones que restrinjan su uso. Los suelos de esta clase son adecuados para un amplio margen de plantas y pueden ser usados con toda seguridad para toda clase de cultivos agronómicos, pastos, lotes, bosques y vida silvestre. Los suelos son casi planos y los problemas de erosión muy pequeños. Son suelos profundos, generalmente bien drenados y fáciles de trabajar; tienen una buena capacidad de retención de agua y están bien provistos de nutrientes, y responden a los agregados de fertilizantes.

Los suelos en clase 1 no están sujetos a daños por inundaciones, son suelos productivos y adecuados para un cultivo intensivo. El clima local debe ser favorable para el crecimiento de muchos de los cultivos agronómicos comunes.

En áreas de riego, los suelos pueden ser ubicados en clase I si las limitaciones del clima han sido eliminadas por trabajos relativamente permanentes de riego. Tales suelos irrigables, o suelos potencialmente útiles para irrigación, son casi planos, tienen una profundiad grande, tienen una permeabilidad favorable y son fácilmente mantenibles en buen laboreo. Algunos de estos suelos pueden requerir un acondicionamiento inicial que incluye la nivelación, lavado de ligeras acumulaciones de sales solubles y prácticas conducentes al descenso de la tabla de agua estacional. Cuando es probable que las limitaciones debidas a las sales, a la tabla de agua o a las inundaciones o a la erosión vuelvan a aparecer; los suelos son considerados como sujetos a limitaciones permanentes y no deberán ser incluídos en la clase. Los suelos que son húmedos y que tienen un subsuelo lentamente permeable, no deben ser ubicados en la clase 1. Algunas clases de suelos de la clase 1 pueden ser drenados para aumentar la producción y facilitar las operaciones.

Los suelos de la clase 1, que son usados para cultivos, necesitan prácticas de manejo ordinarias para mantener su productividad, tanto la fertilidad como la textura. Tales prácticas pueden incluir el uso de una o más de las siguientes: los fertilizantes y el encalado, la cubierta y los abonos verdes, la conservación de los residuos de las cosechas anteriores y la aplicación de estiércol, como también una secuencia adecuada de cultivos adaptados.

CLASE II: Los suelos de la clase 2 tienen algunas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren moderadas prácticas de conservación. Los suelos en la clase 2 requieren prácticas cuidadosas de manejo, incluyendo prácticas de conservación para prevenir la deteriorización o para mejorar las relaciones agua-aire, cuando los suelos son cultivados.- Las limitaciones son pocas y las prácticas son fáciles de aplicar. Los suelos pueden ser usados para cultivos agronómicos, pastos, pastoreo y extensivo, lotes de bosques o vida silvestre y cubierta.

Las limitaciones de los suelos en la clase 2 pueden incluir los efectos siguientes, solos o combinados:

1) Pendientes suaves;

2) Susceptibilidad moderada a la erosión por el agua o por el viento o efectos adversos moderados causados por la erosión pasada;

3) Profundidad menor que la de un suelo ideal;

4) Estructura desfavorable y desfavorable trabajabilidad;

5) Contenido de sal o sodio moderado, fácilmente corregible pero con probabilidades de que vuelva a aparecer;

6) Daños ocasionales por inundaciones;

7) Humedad corregible por drenaje pero existiendo limitaciones permanentes en forma moderada; y

8) Limitaciones ligeras de clima, en el uso y manejo del suelo.

Los suelos de esta clase proveen al operador de la finca de una latitud menor en la elección, sea de cultivos o de prácticas de manejo que en los suelos de la clase 1. Pueden requerir algunos sistemas especiales de cultivos, conservacionistas, prácticas de conservación de ingeniería, control del agua, o métodos de laboreo cuando son usados para cultivos agronómicos. Por ejemplo, suelos profundos de esta clase, con pendientes moderadas, sujetos a moderada erosión, cuando son cultivados necesitarán una de las siguientes prácticas, o la combinación de dos o más: Terrazas; cultivos en faja; cultivos en contorno; rotación de cultivos que incluyen pastos y legumbres; salidas de agua empastada; cubertura de abonos verdes; "mulching"; fertilizantes; encalado; y estiércol. Las combinaciones exactas de prácticas varía de lugar a lugar, dependiendo de las características del suelo, del clima local y del sistema de cultivo.

CLASE III: Los suelos en la clase 3, tienen más restricciones de uso que aquellos en la clase 2 y cuando son usados para cultivos agronómicos, las prácticas de conservación son generalmente más difíciles de aplicar y de mantener. Estos suelos pueden ser utilizados para cultivos agronómicos, pastos, lotes de árboles, pastoreo extensivo, vida silvestre y cubierta.

Las limitaciones de los suelos en la clase 3 restringen la cantidad de cultivos mixtos, épocas de siembra, laboreo y cosecha, elección de cultivos, o alguna combinación de estas limitaciones. Las limitaciones pueden resultar del efecto de una o más de las siguientes:

1) Pendientes moderadamente elevadas;

2) Alta susceptibilidad a la erosión por el agua o por el viento, o efectos adversos severos de pasadas erosiones;

3) Frecuente inundación acompañada de daños a los cultivos;

4) Muy baja fertilidad del subsuelo;

5) Humedad o condiciones de sobresaturación que continúan después del drenaje;

6) Poca profundidad a la roca madre, o pan de arcilla, que limita la zona radicular y la capacidad de almacenar agua;

7) Baja capacidad de retención de humedad;

8) Baja fertilidad, difícilmente corregible;

9) Moderada salinidad o sodio ; y

10) Moderadas condiciones climáticas limitantes.

Muchos suelos de la clase 3, que son mojados o lentamente permeables pero casi planos, requieren drenaje y un sistema de cultivo que mantenga o mejore la estructura y laboreo del suelo. Para prevenir la pudelación y para mejorar la permeabilidad de estos suelos, es comunmente necesario incorporar materia orgánica y evitar el laboreo cuando están muy húmedos. En algunas áreas de irrigación, parte de los suelos de la clase 3 tienen usos limitados debido a una tabla de agua superficial, a lenta permeabilidad y a peligros de salinización o aumento de la concentración de sodio en la superficie del suelo. Cada clase de suelos dentro de la clase 3 tiene una o más combinaciones alternativas de uso y prácticas requeridas para ser utilizados sin destuir, pero el número de prácticas alternativas para el promedio de los agricultores es menor que para los suelos de la clase 2.

CLASE IV: Los suelos de la clase 4 tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas y requieren un manejo muy cuidadoso, o ambos.

Las restricciones en el uso, para los suelos de la clase 4, son mayores que para los de la clase 3, lo mismo que la elección de plantas que pueden ser cultivadas, que es mucho más limitada . Cuando estos suelos son cultivados se requieren cuidadosas prácticas de manejo y también de conservación, que son más difíciles

de aplicar y de mantener. Los suelos en la clase 4 pueden ser usados para cultivos agronómicos, pastos, lotes de árboles, sitios o vida silvestre y cubierta.

Los suelos de la clase 4 pueden ser muy bien adecuados solamente para dos o tres de los cultivos agronómicos comunes de productos cosechados, que pueden ser bajos en relación a la cantidad que se necesita para producirlos por un largo período de tiempo. El uso de cultivos agronómicos es limitado como un resultado de los efectos de una o más de las características permanentes, tales como :

1° Pendientes muy pronunciadas;

2° Susceptibilidad severa a la erosión por el agua o por el viento;

3° Severos efectos de pasadas erosiones;

4° Suelos superficiales;

5° Baja capacidad para retener la humedad;

6° Frecuentes inundaciones acompañadas por severos daños a los cultivos;

7° Excesiva humedad con continuos peligros y problemas de sobre-saturación después del drenaje;

8° Salinidad o sodio severo; y

9° Moderados efectos adversos del clima.

Muchos suelos inclinados de la clase 4, en las áreas húmedas, son adecuados solamente para cultivos agronómicos en la forma ocasional. Algunos de los suelos pobremente drenados, casi planos, que se ubican en la clase 4, no están sujetos a erosión, pero son pobremente adecuados para cultivos simples, debido a que el tiempo requerido para que el suelo se seque en la primavera y debido a la baja productividad para cultivos agronómicos. Algunos suelos en la clase 4 son bien adaptados a uno o más de los cultivos especiales siguientes, tales como frutales y ornamentales, pero su adaptabilidad misma no es suficiente para poner los suelos en la clase 4.

En las áreas húmedas y semiáridas, los suelos en la clase 4 pueden producir rendimientos buenos de cultivos agronómicos adaptados, durante años de humedad que se encuentra arriba del promedio; rendimientos bajos durante los años de lluvias promedio y fracasos durante años de lluvia superiores al promedio. Durante los años de lluvia poco abundante, el suelo debe ser protegido aunque haya poca o ninguna probabilidad de un cultivo que pueda entrar en el mercado. Prácticas y tratamientos especiales para prevenir la voladura de los suelos, la conservación de la humedad y mantener la productividad del suelo, son prácticas requeridas para estos casos. Algunos cultivos deben ser sembrados, o bien, deben ser usados laboreos extraordinarios con el primordial propósito de mantener el suelo durante los años de bajas precipitaciones. Estos tratamientos deben ser aplicados más frecuentemente o más intensamente sobre los suelos de la clase 3.

TERRENOS DE USO LIMITADO

Generalmente no adecuados para cultivos.

CLASE V: Los suelos en la clase 5 no tienen problemas de erosión, o si lo tienen, es muy pequeño. Sin embargo, tienen otras limitaciones que no son prácticas de remover y que limitan su uso únicamente para pastos, sitios, lotes de árboles o vida silvestre y cubierta.

Los suelos en la clase 5 tienen limitaciones que restringen la clase de plantas que pueden ser cultivadas y que previdnen el normal laboreo de cultivos agronómicos. Son suelos casi planos, pero algunos son húmedos, frecuentemente inundados por cursos de agua, tienen piedras, tienen limitaciones climáticas, o tienen alguna combinación de estas limitaciones. Ejemplos de la clase 5, son:

1° Suelos de terrenos bajos, sujetos a frecuentes inundaciones que previenen el normal desarrollo de los cultivos;

2° Suelos casi planos con una estación de crecimiento que previene el normal desarrollo de los cultivos agronómicos;

3° Suelos planos o casi planos con piedras o rocas sobre la superficie ; y

4° Areas de relieve cóncavo, donde el drenaje para la realización de cultivos agronómicos no es factible, pero donde los suelos son adecuados para pastos y árboles. Debido a estas limitaciones, el cultivo de plantas comunes no es factible, pero los pastos pueden ser mejorados y beneficiados mediante medidas de manejo adecuado que puedan ser factibles.

CLASE VI: Los suelos de la clase 6 tienen limitaciones severas que hacen de ellos generalmente inadecuados para cultivos y limitan su uso, principalmente para pastos o sitios, o lotes de árboles o vida silvestre y cubierta.

Las condiciones fisicas de los suelos de la clase 6 son tales, que es práctico aplicar ciertas medidas de mejoramiento en los pastos y en los sitios, si son necesarios, tales como sembrarlos, encalarlos y abonarlos, proceder a medidas de control de agua mediante surcos en contorno, drenaje, etc. Los suelos en la clase 6 tienen limitaciones continuas que no pueden ser corregidas tales como pendientes muy pronunciadas, susceptibles de severa erosión, efectos de erosión pasada, pedregosidad, zona radicular poco profunda, excesiva humedad o inundabilidad, baja capacidad de retención de humedad, salinidad o sodio, o factores climaticos severos. Debido a una o más de estas limitaciones, en general estos suelos no son adecuados para cultivos, pero pueden ser utilizados para pastos, sitios, lotes de árboles, o vida silvestre, o para algunas de estas combinaciones.

Algunos suelos en la clase 6 pueden ser usados con cierta libertad para algunos cultivos, a condición de que se apliquen prácticas de manejo poco comunes. Algunos de los suelos de esta clase son también adaptados a cultivos especiales requiriendo condiciones de suelos distintas a aquellas demandadas por los cultivos agronómicos comunes. Dependiendo de las características del suelo y del clima local, los suelos pueden ser o no pobremente adaptados a lotes de árboles.

CLASE VII: Los suelos de la Clase 7 tienen limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para cultivos y restringen su uso fundamentalmente al pastoreo, a lotes de árboles o a la vida silvestre.

Las condiciones físicas de los suelos de la clase 7, son tales, que es impráctico aplicar aquellas medidas que fueron mencionadas para los suelos de la clase 6. Las restricciones son más severas que las de los suelos de la clase 6, debido a una o más limitaciones continuas que no pueden ser corregidas. Estas limitaciones pueden ser:

1° Pendiente muy pronunciada;

2° Erosión;

3° Suelos superficiales;

4° Piedras;

5° Suelo mojado;

6° Sodio o sales;

7° Clima desfavorable;y

8° Otras limitaciones que hacen de estos suelos inadecuados para los cultivos agronómicos comunes.

Estos suelos no pueden ser usados con mucha libertad para pastoreo o para lotes de árboles o vida silvestre y cubierta o alguna combinación de estas, salvo que se apliquen prácticas de manejo.

Dependiendo de las características del suelo y clima local, los suelos en esta clase pueden ser bien adaptados o pobremente adecuados para lotes de árboles. Estos suelos no son adecuados para ninguno de los cultivos agronómicos comunes, y en circunstancias poco comunes, algunos de estos suelos pueden ser usados para cultivos especiales bajo prácticas muy particulares y poco corrientes de manejo. Algunas áreas incluídas en la clase 7 pueden necesitar ser sembradas o plantadas para proteger el suelo y para prevenir el daño a áreas vecinas.

CLASE VIII: Los suelos y la forma del terreno en la clase 8, tienen limitaciones que indican que su uso para cultivos comerciales está excesivamente restringido y que solamente deben ser usados para recreación, vida silvestre o abastecimiento de agua, y aun también para propósitos estéticos.

Los suelos y las formas del terreno en la clase 8 no pueden devolver los gastos que se le han aplicado para su manejo, en el caso que se realicen cultivos o pastos, aunque sí benefician el uso de la vida silvestre, protegen las cuencas y hacen posible la recreación.

Las limitaciones que no pueden ser corregidas pueden resultar del efecto de una de las siguientes características:

1° Erosión o peligros de ser erosionados;
2° Clima severo;
3° Suelo mojado;
4° Piedras;
5° Baja capacidad de retención de humedad; y
6° Salinidad o sodio.

Las tierras malas, los afloramientos de rocas, las playas de arena, los materiales dejados por los ríos, los restos de minería y otras áreas casi completamente desnudas, quedan incluídas en la clase 8. Podría ser necesario dar alguna protección y manejo para el crecimiento de las plantas, a los suelos y a la forma de los terrenos incluídos en la clase 8, a fin de proteger otros suelos más valiosos, para controlar el agua o para mantener la vida silvestre, o simplemente por razones estéticas.

SUBCLASES

Las subclases son grupos de unidades de capacidad dentro de las clases, que tienen las mismas clases de limitaciones dominantes para su uso agrícola, como resultado del suelo y del clima. Algunos suelos están sujetos a erosión si no son protegidos, mientras que otros son naturalmente húmedos y deben ser drenados si se espera dedicarlos a cultivos.

Algunos suelos son superficiales o son naturalmente secos, o tienen otras deficiencias. Otros suelos, además, se presentan en áreas donde el factor limitante para el uso es el clima. Se reconocen dentro del nivel de las subclases, cuatro limitaciones. Estas limitaciones son:

1° Riesgos de erosión; se designa con el símbolo e).
2° Humedad, drenaje o inundación; se designa con el símbolo h)
3° Limitaciones en la zona radicular; se designa por el símbolo s).
4° Limitaciones climaticas; se designa por el símbolo c)

Las subclases proveen al usuario de los mapas de informaciones sobre el grado de limitación y la clase de limitación. Dentro de la clase I no se reconocen subclases.

Subclase por erosión: Esta subclase está formada por suelos donde la susceptibilidad por la erosión es el problema dominante para el uso. La susceptibilidad para erosión y la erosión pasada son los factores del suelo más importantes para ubicar los suelos dentro de esta subclase.

Subclase por exceso de agua: La subclase por exceso de agua está formada por suelos donde el agua en la superficie es el factor dominante en el uso y el problema que puede presentarse en el suelo. Suelos pobremente drenados, mojados, de tabla de agua superficial y que son inundables, es el criterio para determinar cuál suelo pertenece a esta subclase.

Subclase determinada por limitaciones en la zona radicular: Se incluyen dentro de esta subclase, como su nombre lo indica, suelos que tienen limitaciones en el nivel radicular o que presentan piedras en abundancia o que tienen baja capacidad para retener la humedad o que son de fertilidad baja, siendo esto difícil de corregir, o que presentan problemas de salinidad o de sodio.

Subclase formada por limitaciones climáticas: En esta subclase entran los suelos donde el clima, sea la temperatura o falta de humedad, es el único factor importante que limita el uso.

Las limitaciones impuestas por la erosión, el exceso de agua, o por la poca profundidad de los suelos, piedras, baja capacidad de retención de humedad, salinidad o sodio, pueden ser modificadas o parcialmente mejoradas y toman precedencia sobre el clima al determinar la sub-clase. La limitación dominante para el uso del terreno determina la asignación a la unidad de capacidad, sea e), h), ó s). Las unidades de capacidad que no tienen limitaciones más que para el clima, son asignadas a la subclase c).

Cuando dos clases de limitaciones, que pueden ser modificadas o corregidas son esencialmente iguales, la subclase tiene la siguiente prioridad ehs). Por ejemplo, necesitamos agrupar algunos suelos de las zonas húmedas que tienen limitaciones por erosión, azares de erosión y exceso de agua: entre ellas, e) es anterior a h); al agrupar suelos que tienen ambos excesos, limitación de agua y limitación en la zona radicular, h) es precedente sobre s). Al agrupar suelos de zonas subhúmedas y semiáridas, que tienen ambas limitaciones, es decir, azares de erosión y limitaciones climáticas, la unidad e) es precedente sobre la c); y al agrupar suelos con ambas limitaciones, en la zona radicular y climáticas, s) es anterior a c).

Cuando los suelos tienen dos clases de limitaciones, ambas pueden ser indicadas, si fuera necesario para uso local. La dominante debe preceder al símbolo. Cuando dos clases de problemas se muestran en un grupo de suelos, el dominante es usado para indicar los gastos por subclases.

UNIDADES DE CAPACIDAD

Las unidades de capacidad proveen una información específica y detallada, más específica y detallada que las subclases, para la aplicación a problemas específicos en las fincas o en las haciendas. Una unidad de capacidad es un agrupamiento de suelos que son casi iguales en aptitud para el crecimiento de las plantas y respuestas a la misma clase de manejo del suelo. Es decir que, se puede presentar un conjunto de alternativas razonablemente uniformes para el manejo del agua, del suelo y de la planta, de los suelos incluídos en la unidad, sin considerar los efectos del manejo anterior que no tiene un efecto permanente en el suelo. Cuando los suelos han sido sumamente cambiados por el manejo, de manera que las características permanentes han sido alteradas, ellos son ubicados en diferentes series. El agrupamiento de unidades de capacidad responde en una forma similar y requiere manejos similares aunque ellos pueden ser suelos con características que los ponga en distintas series.

Los suelos agrupados en una unidad de capacidad, deben ser suficientemente uniformes en las combinaciones de las características que incluyen sus cualidades para tener potencialidades similares y limitaciones continuas Así:

a) Los suelos de una unidad de capacidad deben ser suficientemente uniformes para producir similares clases de cultivos y pastos, con similares prácticas de manejo;

b) Requieren tratamientos de conservación similar y manejo bajo la misma clase y condiciones de cubierta vegetal; y

c) Tienen productividad potencial comparable.

(Los rendimientos estimados bajo similares sistemas de manejo, no deberían variar más del 25% entre las clases de suelos incluídos dentro de la unidad).

OTRAS CLASES DE AGRUPAMIENTOS DE SUELOS

Otras clases de agrupamiento de suelos son necesarias cuando hay que hacer frente a ciertas necesidades específicas.

Entre éstas se encuentran, grupos para sitios, grupos para uso en bosques, para cultivos especiales y para interpretación con respecto a problemas de ingeniería.

La tercera y más amplia categoría en la clasificación de capacidad, pone a relucir la misma clase y cantidad de forrajes nativos. Es sitio para pastoreo extensivo, comparable a la unidad de capacidad para plantas cultivadas. El propósito de un agrupamiento tal es el de mostrar el potencial para sitio y para proveer las bases para el cual el criterio para determinar la condición del sitio puede ser establecido. Los suelos agrupados en una única categoría de sitio, pueden ser considerados adecuados para producir

cosechas similares por largo tiempo y responder en forma similar a un sistema alternativo de manejos y a prácticas tales como siembra, etc.

Suelos que son adecuados para sitio pero que no lo son para cultivos comunes, pueden ser puestos en las clases de capacidad 5 y 6, si son capaces de devolver ganancias a tales prácticas de manejo como siembra, fertilización o irrigación, y en la clase 8 si no las producen. Si estos suelos no dan los retornos económicos bajo cualquier clase de manejo, cuando son utilizados para cultivos, pastos o para bosques o para sitio, ellos caen dentro de la clase 8. Para interpretar el potencial de producción de las unidades individuales de suelos que son mapeados, es esencial obtener lugares índices de correlación.

Los índices para lotes son desarrollados comunmente para clases individuales de suelos.

Las unidades de mapeo que pueden ser ubicadas en grupos de lotes de árboles, de acuerdo a los sitios índices para especies adaptadas y otras respuestas, y limitaciones significativas para la conservación de los lotes. Tal agrupamiento no necesariamente es paralelo a aquellos por las unidades de capacidad o sitios. Sin embargo, en algunas áreas las unidades de capacidad pueden ser agrupadas en sitios y grupos adecuados para bosques.

El arroz tiene requerimientos de suelos distintos a aquellos de las especies cultivadas, las cuales necesitan suelos bien aereados. Algunos frutales y ornamentales no requieren cultivos limpios. Por consiguiente, estos cultivos no tienen peso en los grupos de capacidad. Sin embargo, el agrupamiento especial de suelos para cada uno de estos cultivos, se hace en las áreas donde ellos son significativos.

Con una buena tabla básica de rendimientos y prácticas, los suelos pueden ser ubicados en cualquiera de los grupos de adaptabilidad. Comunmente, cinco grupos: no bien adaptados, aproximadamente adaptados, moderadamente adaptados, bien adaptados y muy bien adaptados, son suficientes.

Las clases de suelos que se muestran en el mapa de suelos son también agrupados de acuerdo a las unidades para aplicar medidas de ingeniería, incluyendo drenaje, riego, nivelación, emparejamiento, para determinar la adaptabilidad a subgrados para caminos o la construcción de reservorios o pequeños diques. Tal agrupamiento puede ser distinto a aquellos hechos para otros propósitos.

Las bases para diferenciar las unidades de capacidad las CONSTITUYEN EL SUELO Y LA LIMITACION DE SUELO Y CLIMA EN RELACIÓN al uso o manejo o productividad. El grado y número de limitaciones que afectan la clase de uso, los riesgos del suelo a ser dañado, si son mal manejados, la necesidad por manejo de suelo y los riesgos al fracaso de cultivos, son las bases para

las clases. Con el fin de ayudar al agrupamiento por capacidad, se presentan aquí los criterios específicos para poner los suelos en unidades, subclases y clases. Estos criterios deben ser amplios en áreas de suelos que tienen clima similar, debido a que el efecto de las características de los suelos varía ampliamente con el clima.

El agrupamiento por capacidad está basado sobre informaciones específicas de que se dispone, información con respecto a las respuestas de los suelos individuales al manejo y al efecto combinado del clima y del suelo sobre los cultivos. Esto se obtiene de la combinación de la investigación de las pruebas de campo y de la experiencia de los agricultores y otros agrónomos. Entre las informaciones más comunes que se obtienen, se encuentra la pérdida de suelo y agua, clase y cantidad de plantas que pueden ser cultivadas, condiciones de tiempo en la forma cómo afecta a las plantas y efecto de los diferentes niveles de manejo sobre la respuesta de la planta. Estas informaciones estudiadas junto con datos de laboratorio en perfiles de suelos. El análisis cuidadoso de esta información provee elementos, no solamente para determinar la capacidad de estas clases individuales de suelos, sino también para hacer deducciones sobre el uso y manejo de suelos relacionados. La estimación de las cosechas básicas de cultivos adaptados, bajo sistemas alternativos y definidos de manejo, son reunidos en una tabla. Cuando se tienen pocos datos, las estimaciones deben ser razonablemente comparadas contra records de fincas y estudios de la combinación de las propiedades del suelo.

Cuando faltan informaciones con respecto a las respuestas del suelo al manejo, la estimación de las cosechas y el agrupamiento de los suelos en clases y subclases de capacidad, está basada en una evaluación de lo siguiente:

1) H bilidad del suelo de responder al uso y manejo, lo cual es evidenciado por el contenido de materia orgánica, la facilidad de mantener un abastecimiento de nutrientes, el porcentaje de saturación en base, la capacidad de cationes de cambio, la clase de arcilla, la clase de material madre, la capacidad de agua disponible, la respuesta a los nutrientes que se agregan y otras características del suelo, etc.

2) La textura y estructura del suelo a la profundidad que influye en el ambiente de las raíces y el movimiento del aire y del agua;

3) Susceptibilidad a la erosión, evidenciada por la clase de suelo (y pendiente) y el efecto de la erosión sobre el uso y manejo;

4) Sobresaturación periódica o continua del suelo causada por la baja permeabilidad del material subyacente o una tabla de agua superficial o por inundación (Drenaje interno).

5) Profundidad del material del suelo a capas que inhiben la formación de las raíces;

6) Sales tóxicas al crecimiento de las plantas;

7) Obstáculos físicos, tales como rocas, etc.; y

8) Clima, temperatura y humedad efectiva.

Esta lista no se pretende que sea completa. Aunque los suelos de cualquier área pueden diferir de otra en solamente una docena de características, ninguna de ellas puede ser tomada por su puesto. Deficiencias en extremo, o excesos de elementos crasos, por ejemplo, pueden ser vitales. Comunmente, el estrato geológico es significativo a la infiltración del agua, a la producción de agua y a los problemas de erosión. Cualquier características fija desfavorable o recurrente del suelo o del paisaje, puede limitar el uso productivo y seguro del suelo. Una característica desfavorable del suelo puede ser tan limitante en su uso que se requiera un extenso tratamiento del mismo. Diversas características menores del suelo, cuando están en conjunto, pueden convertirse en un problema mayor y así limitar el uso del suelo. El efecto combinado de estos en relación al uso, manejo y productividad del suelo, es el criterio para ubicarlos en las diferentes unidades de capacidad.

Uno de los criterios usados para diferenciar entre clases de capacidad, se discute en la página siguiente. El criterio y rangos en características que se sugiere, asume que los efectos de otras características del suelo y cuálidades, son favorables y que no son factores limitantes para ubicar los suelos en clases de capacidad.

Suelos áridos y semiáridos, pedregosos, mojados, sodio-salinos a inundables.- La designación de capacidades de clases asignada a los suelos sujetos a inundación, a suelos pobremente o imperfectamente drenados, pedregosos, suelos secos que necesitan agua complementaria y suelos que tienen exceso de sales solubles o sodio intercambiable, se hace sobre la base de limitaciones continuas y peligros después de la remoción del exceso de agua, de piedras, de sales y de sodio intercambiable.

Cuando se evalúa la clase por capacidad de cualquier suelo, debe considerarse la facilidad de cualquier mejoramiento necesario en el terreno. Factible, como se usa aquí, significa: 1) Que las características y cualidades de los suelos son tales que es posible remover las limitaciones; 2) Que sobre áreas grandes es

posible, dentro de las posibilidades económicas, remover la limitación. La designación de capacidad de estas áreas se determina por aquellas prácticas que son prácticas dentro de un futuro inmediato.

Lss siguientes clases de suelos son clasificadas sobre las bases de sus limitaciones continuas presentes:

1° Suelos secos(áreas áridas y semiáridas)ahora irrigables.

2° Suelos en los cuales las piedras han sido removidas.

3° Suelos húmedos que han sido drenados.

4° Suelos de los cuales se ha removido el exceso de sales solubles y de sodio.

5° Suelos que han sido protegidos de las inundaciones.

Las siguientes clases de suelos son clasificadas sobre la base de sus limitaciones y peligros continuos como si la limitación corregible hubiera sido eliminada de los mismos:

1° Suelos secos que no son ahora irrigados pero en los cuales la irrigación es factible y el agua disponible.

2° Suelos pedregosos en los cuales es factible la remoción de las piedras.

3° Suelos mojados, no drenados al presente, pero en los cuales es factible el drenaje.

4° Suelos que contienen excesivas cantidades de sales solubles, de sodio intercambiable, factibles de ser removidos.

5° Suelos sujetos a inundación, para la cual se necesita protección contra la misma, siendo ésta factible.

Cuando se desee o sea útil, las limitaciones debidas a humedad, pedregosidad, etc. pueden estar indicadas.

La siguiente clase de suelos son clasificados sobre la base de sus limitaciones y peligros presentes continuos y la limitación no es factible de ser removida o corregida: Suelos secos, suelos pedregososo, suelos con excesivas cantidades de sales y sodio, suelos mojados y suelos sujetos a inundaciones.

Limitaciones climáticas.- Las limitaciones climaticas afectan la capacidad, particularmente temperatura y humedad. Temperaturas extremadamente bajas y períodos de crecimiento corto, son limitaciones especialmente en la parte norte de los Estados Unidos y en altas latitudes.

El abastecimiento natural limitado de aguas afecta la capacidad en climas subhúmedos, semiáridos y áridos. Como la clasificación de cualquier localidad es derivada en parte del comportamiento observado en las plantas, el efecto de la integración del clima con las características del suelo arenososo deben ser clasificados

en la clase 6 ó 7, en tanto que suelos con capacidad de retención de humedad similar en zonas más húmedas, deben ser clasificados en la clase 3 o 4. El factor humedad debe ser directamente considerado en la clasificación, en la mayor parte de las zonas semiáridas y áridas. La capacidad de sudos comparable decrece a medida que la lluvia efectiva decrece.

En un clima árido la humedad de las lluvias y de la nieve no es suficiente para mantener los cultivos. Tierras áridas pueden ser clasificadas como adecuadas para cultivos clase 1, 2 ó 4, solamente si la limitación de humedad es eliminada por riego. Allí donde la limitación causada por la humedad es removida en esta forma, los suelos son clasificados de acuerdo al efecto de otra característica permanente o problemas que puedan presentarse y que limitan su uso y permanencia sin perder de vista los requerimientos prácticos de agricultura con riego.

Limitaciones de humedad.- El agua sobre el suelo o el exceso de agua dentro del suelo presentan un peligro o limitan su uso. Tal agua puede ser el resultado de condiciones de drenaje pobre, tabla de agua superficial, inundación, incluyendo la inundación por ríos o empozamiento del agua y el escurrimiento de agua de partes más altas y la circulación del agua subterránea que aflora a la superficie.

Generalmente los suelos que necesitan drenaje, tienen algunas limitaciones permanentes y determinan ponerlos en clase 1, después del drenaje. Los suelos húmedos son clasificados de acuerdo a la continuidad de la limitación y peligros después del drenaje. Para determinar la capacidad de áreas húmedas, se pone énfasis sobre las prácticas consideradas prácticas ahora y en un futuro previsible. Las grandes extensiones de tierra pantanosa, a lo largo de las costas, o proyectos, de recuperación de envergadura, que no han sido planeados aún o construídos, no son clasificados en clases 1, 2 ó 3. Los proyectos de recuperación son investigados; si se encuentra que son factibles los suelos del área son clasificados en basea las limitaciohes contínuas y peligros después del drenaje. esto pone la clasificación de los suelos húmedos sobre bases similares que aquellos de los suelos irrigados, suelos pedregosos, salinos, o suelos inundables. Algunas áreas grandes bajas, sujetas a inundación, son reclasificadas cuando los proyectos para protección son revisados, lo mismo que otras obras importantes de recuperación. Hay ejemplos de esto a lo largo de los ríos, donde los muros de contención han sido construídos. Los terrenos que han sido drenados son clasificados de acuerdo a las limitaciones o peligros que afectan su uso.

La necesidad de acondicionamiento del terreno, como corte de árboles o vegetación de pantanos, no es considerada en la clasificación por capacidad. Estas necesidades pueden ser de gran importancia, sin embargo, al tomar decisiones en el manejo del terreno. Los costos de drenaje, también, no son considerados directamente en la clasificación, aunque ellos son de gran importancia para el agricultor.

Sales tóxicas.- La presencia de sales solubles o sodio intercambiable en cantidades tóxicas a la mayor parte de las plantas, puede ser un factor limitante en el uso de la tierra. Cuando las sales tóxicas constituyen un factor limitante, el siguiente rango de clasificación general debe seguirse, usándolo como guía únicamente: Clase 2. Cultivos ligeramente afectados. En áreas irrigadas, aún después que se han removido las sales, permanecen ligeras cantidades de sodio o de sales, o éstas es probable que vuelvan a aparecer. Clase 3. Cultivos moderadamente afectados. En áreas irrigadas, después que las sales han sido removidas, es probable que aparezcan moderadas cantidades de sales o de sodio, o que moderadas cantidades vuelvan a aparecer. Clase 4. Cultivos seriamente afectados en tierras cultivables. Generalmente sólo plantas tolerables podrán crecer en terenos no cultivados. En áreas irrigadas, después del lavado pueden aparecer o permanecer en el terreno severas cantidades de sodio o de sales. Clase 7. El crecimiento satisfactorio de cultivos corrientes es imposible, excepto posiblemente para el cultivo de algunos de los cultivos más tolerantes.

Pendiente y peligros de erosión.- El cambio en el suelo producido por la erosión es significante en su uso y la respuesta del suelo, por las siguientes razones:

1) Una adecuada profundidad del suelo debe ser mantenida a fin de obtener producción moderada a cosecha alta. La profundidad del suelo es crítica en los suelos superficiales que se encuentran sobre substrato que no es renovable, tal como roca dura. Estos suelos toleran menos daños a la erosión que los suelos de similar profundidad con un substrato renovable, tal como pizarra blanda, que puede ser mejorada a través del uso por medio de especiales sistemas de laboreo, fertilización y prácticas beneficiosas de cultivo.

2) Las pérdidas de suelo influyen en las cosechas. La reducción en las cosechas, seguidas de pérdidas de cada pulgada de superficie del suelo, varía ampliamente para las distintas clases de suelo. La reducción es menor en suelos que tienen pequeñas diferencias en textura, consistencia y fertilidad entre los varios horizontes del suelo. Es mayor allí donde

hay una marcada diferencia entre la capa superficial y el subsuelo, tales como en los suelos con panes de arcilla. Por ejemplo, las cosechas de maíz, en suelos con un subsuelo denso, lentamente permeable, pueden ser reducidas de 3 a 4 por acre y por año, por cada pulgada de superficie de suelo perdida. La reducción de las cosechas es normalmente pequeña en suelos profundos, moderadamente permeables, que tienen texturas similares en la superficie y en el subsuelo y no contienen gran acumulación de materia orgánica en la superficie.

3) La pérdida de los nutrientes a través de la erosión dn suelos tendidos o empinados es importante, no solamente debido a su influencia en el rendimiento sino también debido al costo de reemplazarla para mantener las cosechas o los rendimientos de los cultivos. Las pérdidas de nutrientes pueden ser altas, aún con erosión ligera.

4) Las pérdidas de la superficie del suelo cambian las condiciones físicas de la capa arable de los suelos de textura fina, es decir, el suelo que tiene estructura fina debajo de la capa superficial. La infiltración se reduce. La erosión y el escurrimiento superficial aumentan. El laboreo es difícil de mantener. Las operaciones de labranza y preparación de la cama para la semilla es lo más dificultoso.

5) Las pérdidas de suelo superficial por erosión por el agua o por el viento, o por la nivelación, pueden exponer a la superficie estratos calcáreos que es difícil de transformar en suelos adecuados para los cultivos.

6) Las estructuras del control del agua son dañadas por sedimentación debido a la erosión. El mantenimiento de drenes limpios y de reservorios, constituye un problema y su capacidad se reduce a medida que aumenta la sedimentación.

7) Se forman zanjas como resultado de la pérdida del suelo. Esta clase de daños al suelo reduce las cosechas, aumenta el daño por sedimentación y dificulta las operaciones físicas en la finca en las áreas ubicadas entre las zanjas formadas.

La inclinación de la pendiente, la longitud de la pendiente y su forma, convexa o cóncava, influyen directamente en las pérdidas de suelo y agua del terreno. La inclinación de la pendiente se registra en los mapas. La longitud y la forma de las pendientes no son registradas en los mapas. Sin embargo, éstas constituyen frecuentemente características de ciertas clases de suelos y su efecto en el uso y manejo puede ser evaluado.-

------eOo------

I.4.4.2.1.

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

C L A S I F I C A C I O N

D E L O S

S U E L O S D E L U R U G U A Y

P O R

CARLOS A. FYNN

INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES

MONTEVIDEO - URUGUAY

ESQUEMA DEL SISTEMA ADOPTADO

A principios del año pasado, en oportunidad de la estada entre nosotros del Dr. F.F.Riecken hemos acordado y adoptado un sistema de clasificación basado en los principios clásicos que rigen hasta el presente el sistema americano y que posteriormente podrá vertirse sin dificultades al sistema internacional que se está preparando bajo los auspicios del Dr. Guy Smith en la División.

Clasificación del Servicio Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de la Unión.

Su estructura básica es la siguiente:

Bosquejo de la lra. aproximación del esquema de clasificación natural de los suelos del Uruguay.

ORDEN	SUB-ORDEN	GRAN GRUPO DE SUELOS	FAMILIA	SERIES
Zonal e Intrazonal Pedocales	Suelos oscuros de las praderas bien drenadas	Suelos Pardos de Praderas	Dolores	Dolores
			Sayago	Sayago San Diego San Jacinto Gervasio
			Olimar	Olimar Lemes Otazo
			Ansina	Ansina
		Praderas Negras Profundas	Gomensoro	Gomensoro Yaguarí
		Grumosoles	Tala	Tala-Tapia
	Suelos Hidromórficos	Gley-Húmicos	San Miguel	San Miguel
			Chuy	Chuy
			Cuñapirú	Cuñapirú
		Gley-Húmicos Aluviales	Descarnado	Descarnado
		Planosoles	La Quemada	La Quemada
			Correa	Correa-Ombú
			Sanz	Sanz
		Suelos de Pantanos (Bog)	Peat	Peat
	Suelos Halomórficos	Solonetz	Cardal	Cardal Isla Negra
Zona Pedalfers	Suelos ácidos de baja materia orgánica de praderas bien drenadas	Praderas arenosas	Rivera	Rivera San Antonio
			Tacuarembó	Tacuarembó
			Chapicuy	Chapicuy
Suelos Azonales	Suelos Aluviales	Aluviales	Descarnado	Descarnado
	Regosoles Lithosoles	Lithosoles Regosoles	Liebig	Liebig
			Masoller	Masoller
	Danas Arenosas			

La primera gran división que hemos efectuado al nivel de las órdenes del esquema, comprende tres categorías fundamentales: los Pedocales, Los Pedalfers y los suelos incipientes o azonales.-

Los Pedocales comprende todos aquellos suelos zonales o intrazonales que presentan en su perfil una zona de acumulación de carbonato de calcio. Esta característica es muy frecuente en los suelos del Uruguay haciendo excepción solo los suelos netamente arenosos derivados de areniscas silíceas, que constituyen los Pedalfers.-

Finalmente, los suelos azonales comprenden los suelos incipientes de origen aluvial o litológico, en los cuales el material que les da origen no ha sido practicamente modificado, no existiendo aún una diferencia neta de horizontes.-

---

La segunda gran división al nivel de los subórdenes merece una mayor pormenorización.-

En efecto el grupo de pedocales comprende tres divisiones: los suelos oscuros de las praderas bien drenadas, los suelos hidromórficos y los halomórficos.-

Los Pedalfers comprenden solo una división constituída por los suelos ácidos, pobres en materia orgánica de las praderas bien drenadas.-

Los suelos incipientes o azonales comprenden suelos aluviales, los litosoles, los regosoles y las dunas.-

Detallando algo más esta enumeración, corresponde que se describan las principales características de cada uno de sus integrantes.-

1° <u>Suelos oscuros de las praderas bien drenadas</u>

Agrupa todos aquellos suelos cuyo solum sobrepasa de 40cms. de profundidad con un color pardo, pardo oscuro o negro y cuyos horizontes B y C denotan el carácter de buen drenaje al que alude el acápite, es decir que predominan los colores pardo, pardo rojizo y rojizo.-

En todos los casos deberá existir un horizonte de concentración de variable abundancia de $Ca.CO_3$, ubicado a diferentes niveles en el perfil .-

2° <u>Suelos Hidromórficos</u>

Son estos suelos intrazonales que denotan claramente la influencia predominante de la acumulación de agua en su perfil, con la consiguiente eliminación de oxígeno y consecuente

reducción del hierro, puesto en evidencia por la presencia de colores grises y tonalidades azuladas en el horizonte B y C. Asimismo en muchos casos la alternancia de agua y sin ella, ocasionan los colores abigarrados que generalmente se expresan con moteados o manchados en gris rojo y amarillo, característicos de las diferentes graduaciones de hidratación del óxido de hierro en la serie desde la hematita hasta la limonita.-

3° Suelos Halomórficos

Este grupo también intrazonal incluye aquellos suelos que presentan evidencia de la acción de las sales alcalinas en su génesis.-

4° Suelos ácidos de las praderas bien drenadas

En este grupo se incluyen todos los suelos arenosos del país., que presentan perfil bien drenado, con su solum de 1 mt. o más de profundidad, lo que necesariamente ha provocado un intenso lavado de bases que nos permite suponer con bastante propiedad que el proceso dominante es la podsolización. Ciertos reparos de orden estrictamente técnico nos han aconsejado evitar el uso de esa expresión.

5° Suelos Aluviales

Incluye todos aquellos suelos que por deposiciones recientes y continuadas de materiales aluviales, no presentan horizontes genésicos discernibles.-

6° Regosoles y Litosoles

Se insertan en este grupo todos aquellos suelos de perfil AC cuyo solum no sobrepasa de 30 cts. sobre un C consolidado o desintegrado que es precisamente el carácter que les confiere una u otra denominación.-

7° Dunas Arenosas

Incluye naturalmente todas aquellas áreas cubiertas de arenas movedizas ya sea costeras o riparias.-

---

La tercera gran división alcanza a los grandes grupos de suelos. Aquí ya entramos en una categoría que tiene un sentido geográfico que puede definir áreas e incluso permite utilizarlas para -en función de ellas- zonificar el país y planificar su destino. Tiene en consecuencia un valor económico fundamental.-

Las recomendaciones de uso de la tierra con especificaciones concretas quizá requiera llegar a una categoría más detallada que los grandes grupos, probablemente subgrupos.-

A continuación se detallan los grandes grupos diferenciados en el país:

1° Suelos Pardos de Pradera

Estos suelos tienen una distribución geográfica muy extensa. Soportan la mayor parte de nuestros suelos agrícolas y constituyen una gran parte de nuestras praderas de pastoreo.

Se caracterizan por poseer un solum que varía desde 50 cts. a 1 mt. de profundidad. Presentan sucesión de horizontes A.B.C. Acusan un Cca. ubicado entre 100 y 120 cts. de profundidad.

El horizonte B textural tiene diferentes grados de desarrollo que lo gradúan desde suelos inmaturos en la serie San Diego, perfiles bien desarrollados en la serie Sayago, hasta los suelos muy desarrollados de la serie Otazo.-

Este horixonte presenta clara evidencia de películas de arcilla y estructura de bloques medianos más o menos desarrollada, según la serie de que se trate.-

El horizonte A_1 oscuro y chernozémico, negro o pardo oscuro (10YR 2/3) tiene menos arcilla que el B , presentando una estructura que gradúa desde el granular hasta la débil de bloques.-

2° Praderas negras profundas

Estos suelos también tienen amplia difusión en el país, constituyendo posiblemente los suelos más fértiles y más buscados para realizar en ellos agricultura de granos.-

Se caracterizan por poseer un solum muy profundo entre 100 y 120 cts. muy oscuro, Generalmente 10YR 2/1 con estructura generalmente granular en el A, bien definida y consistente.-

La sucesión de horizonte es ABC aunque el B textural no se diferencia substancialmente del A siendo ambos muy arcillosos.-

Presenta generalmente concentración de $CaCO_3$ en la base del B, desarrollándose sobre materiales madre diferentes, ricos en Ca y en minerales básicos.-

3° Los Grumosoles

Estos suelos tienen una especial significación en el país por su distribución extremadamente difundida, por presentarse bajo un especial diseño, por su alta fertilidad y por su microrelieve característico.-

Los grumosoles en el sur presentan un típico diseño de "pluma" con microrelieve de ondas y perfil caracterizado por la línea ondulante del C que casi aflora en las zonas convexas.-

En el norte, el Plateau basáltico, los grumosoles se caracterizan por su microrelieve de suaves montículos.-

La condición genésica más importante es el "self mulching" automezclado que se atribuye a la presencia de un alto contenido de arcillas montmorillonítica, cuyas contracciones y expansiones provocan movimientos intensos, que en definitiva resultan en el automezclado citado.-

Asimismo la granulación es muy efectiva presentando una estructura granular muy característica que las distingue netamente de cualquier otro suelo.-

4° Las Praderas Arenosas

Estos suelos también están muy extendidos en el país caracterizándose por un solum profundo con gran receptividad de agua, lo que les hace especialmente resistentes a las sequías y capaces de producir una gran masa genetal estival de escaso valor bromatológico, pero de gran capacidad de mantenimiento.-

Poseen un horizonte con concentración de sesquióxido de Fe y Al constituyéndose en muchos casos en verdaderos podsoles aunque bajo vegetación de pastos.-

Su perfil es del tipo A,B.C. aunque con grandes variaciones, tanto en profundidad de los horizontes como en la textura del B.-

La reacción es ácida a través de todo el perfil y el contenido en materia orgánica es muy bajo, presentando en todos los casos una coloración clara y a veces rojiza. En estos últimos suelos los horizontes profundos son típicamente rojos.-

Los grandes grupos citados comprenden todos los suelos zonales del país. Los otros suelos intrazonales o azonales, integran los grandes grupos que a continuación se detallan.-

5° Gley - Húmicos

Estos suelos se producen bajo condiciones de exceso de agua, acontece en ciertas zonas de las llanuras del este, en donde por razones topográficas se anegan frecuentemente.-

Se caracterizan por poseer un horizonte A profundo, negro, franco limoso con muy buena estructura granular sobre un horizonte B algo más arcilloso, gris oscuro.

El B inferior y el C presenta síntomas claros de gleiciación con colores grises y azulados típicos.-

Por regla general estos suelos con la debida consideración a sus limitaciones, por las razones topográficas expuestas, son suelos de alta fertilidad que con un buen manejo, pueden contribuir considerablemente al desarrollo de nuestra producción agropecuaria.-

6° Planosoles

También este grupo se considera intrazonal hidromórfico, pues en su génesis actúa preeminentemente un exceso hídrico y relieve llano.-

Se caracteriza por poseer un A_1 franco o franco limoso, pobre, con un horizonte A_2 blancuzco con estructura tendiente a laminar, que descansa sobre un B arcilloso compacto y plástico, gris oscuro, que gradúa hacia coloraciones grises y azuladas denotando un proceso de gleiciación.-

Son suelos generalmente pobres, de difícil manejo, que han sido utilizados especialmente para arroz.-

7° Solonetz

Este grupo se considera intrazonal halomórfico pues en el actúa predominantemente las sales alcalinas.-

Se caracteriza por poseer una reacción netamente alcalina alcanzando en muchos casos a pH mayores de 9 en el B, como consecuencia de poseer gran cantidad de Na de intercambio.-

Este horizonte puede presentar estructura columnar aunque es frecuente que todo el solum posea estructura masiva.-

El rasgo más típico es la coloración blancuzca en la superficie cuando pierde humedad, dando origen a la denominación común de blanqueal.-

Este fenómeno se debe a la dispersión de la arcilla causada por un pH muy alcalino y lavado posterior de los elementos finos que dejan una capa tenue de arena en la superficie.

Estos suelos abundan en la Planicie del este en donde parecería que pueden producirse como consecuencia de la desecación de los bañados.-

Se encuentra también como manchones en muchos lugares del país, asociados con suelos zonales.-

8° Suelos Pantanosos

En las áreas cóncavas con desague superficial impedido se generan suelos orgánicos que son verdaderos turberas generadas sobre arcillas gleizadas de color azul.-

9° Suelos aluviales

A lo largo de los cursos de agua, se encuentran frecuentemente suelos azonales sin diferenciación de perfil, sometidos necesariamente a inundaciones periódicas.-

Estos suelos bajo manejo acertado constituyen un recurso muy importante, porque pueden producir cosecha abundantes.-

Normalmente poseen un solum de más de 100 cts. franco a franco limoso, con abundancia de materia orgánica.-

10° Regosoles y Litosoles

En este grupo se incluyen todos los suelos azonales que poseen un solum muy escaso, sobre materiales consolidados, cualquiera que ellos sean.-

Si el material es consistente, se le da la denominación de litosol; si por el contrario se encuentra desintegrado, le corresponde la de regosol.-

----------oOo----------

1/9/67

GUIA PARA INVENTARIO

DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS (1)

Ing. Agr. Luis de León

Esta guía presenta una pauta de las principales características de los suelos y las tierras y su interpretación, usadas en los levantamientos de suelos para la ejecución de proyectos y planes de explotación en predios agrícolas.

Permitirá preparar mapas básicos con la información de todos los factores que afectan el uso y manejo de los suelos, y hacer interpretaciones de su capacidad de uso y los tratamientos, así como su productividad.

Los factores más universalmente usados son SUELO - PENDIENTE-EROSION. Sin embargo, otras condiciones físicas pueden a veces ser importantes, y deben ser incluídas en los levantamientos.

Un mapa básico de suelos provee todos los hechos esenciales para clasificar las tierras. Con estos datos, más los resultados de la experimentación, las observaciones de campo y la experiencia de los agricultores se pueden hacer interpretaciones de la capacidad de uso de las tierras.

Los técnicos de proyectos podrán entonces desarrollar un plan de uso y manejo de todas las tierras bajo estudio, sean estas cultivables o deban mantenerse con vegetación permanente (bosques,pastos).

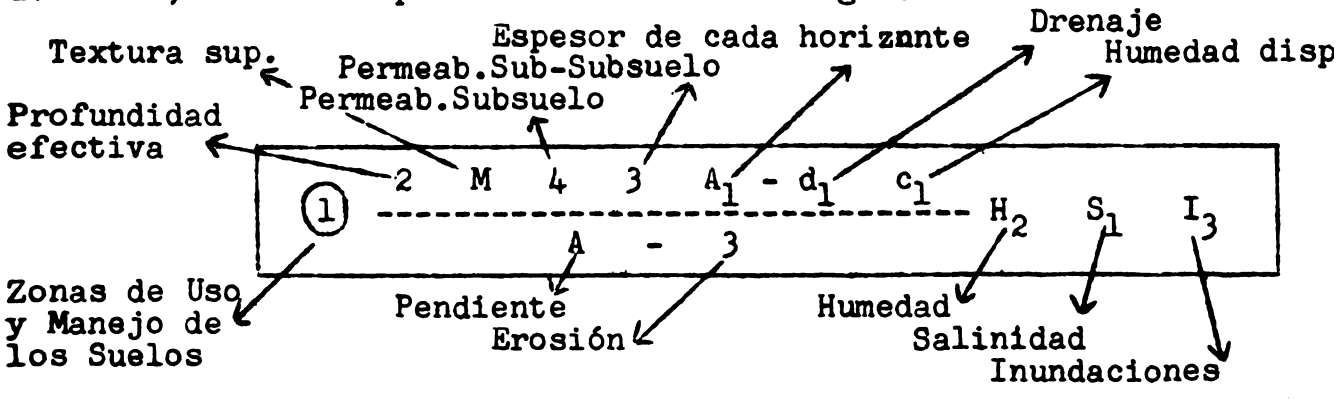
En el caso de explotaciones ganaderas será necesario un inventario completo de los recursos físicos del predio, incluyendo no sólo los suelos sino también aguadas y tipo y condición de las praderas naturales.

En todos los casos debe incorporarse la información sobre el uso actual y otros elementos físicos.

Finalmente se necesitará para elaborar el plan conocer las condiciones económicas, porque el uso y manejo que se le ha de dar depende no sólo de los factores físicos que limitan su capacidad, sino sobre todo de factores económicos; y el clima, primer limitante del uso y manejo de los suelos.

FACTORES QUE AFECTAN EL USO DE LAS TIERRAS

Cada unidad de mapeo tendrá toda la información de los factores que limitan su uso y manejo. Estos irán en forma de símbolos. Los símbolos se escriben en forma de quebrados colocando en el numerador las características del suelo; erosión y pendiente en el denominador, y siguiendo el quebrado los símbolos para humedad, salinidad e inundaciones, tal como aparece su recuadro enseguida:



(1) FACULTAD DE AGRONOMIA

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL SUELO

PROFUNDIDAD EFECTIVA	TEXTURA SUPERFICIAL	ESPESOR DE LOS HORIZONTES A B Y C
1 Muy Profundo (150 cms.) 2 Profundo (100-150 cms.) 3 Mod. profundo (50-100 cms.) 4 Superficial (25-50 cms.) 5 Muy Superficial (0-25 cms.)	MP - Muy pesada P - Pesada M - Media L - Liviana ML - Muy Liviana T - Turboso	$A_1B_1C_1$ Delgado 0-15 cms. $A_2B_2C_2$ Mod.Delgado 15-30 cms. $A_3B_3C_3$ Espeso 30-60 cms. $A_4B_4C_4$ Muy Espeso 60-90 cms.

PERMEABILIDAD SUBSUELO	PERMEABILIDAD SUB-SUBSUELO
1 - Muy lenta 2 - Lenta 3 - Moderadamente lenta 4 - Moderada 5 - Moderadamente rápida 6 - Rápida 7 - Muy rápida	1 - Muy lenta 2 - Lenta 3 - Moderadamente lenta 4 - Moderada 5 - Moderadamente rápida 6 - Rápida 7 - Muy rápida

CARACTERES ADICIONALES DEL SUELO

DRENAJE NATURAL	CAPACIDAD DE HUMEDAD DISPONIBLE	REACCION pH
d_1- Bien drenado d_2- Mod. bien drenado d_3- Imperfect. drenado d_4- Pobremente drenado d_5- Muy pobremente drenado	C_1- Muy alta -30 cms. C_2- Alta 20-30 cms. C_3- Mod. 20-12 cms. C_4- Baja 12-6 cms. C_5- Muy baja - 6 cms.	P_1- Fuert.ácida - 5.0 P_2- Mod.ácida 5.0-5.8 P_3- Lig.ácida 5.8-6.6 P_4- Neutro 6.6-7.3 P_5- Lig.alcalina 7.3-7.8 P_6- Mod.alcalina 7.8-8.5 P_7- Fuert.alcal - 8.5

FERTILIDAD NATURAL - Este factor importante afecta el uso y el manejo y puede ser un caracter relativamente permanente del suelo. En la mayoría de los casos tiene una alta correlación con el pH y la diferenciación del suelo. Hasta tanto no haya más información (saturación de bases, M-P-K disponibles, respuesta a la fertilización, etc.) se sugiere una pauta provisoria general como orientación:

Alta - Grumosoles calcáreos, P.P. Mínimas
G.I. Húm.Indiferenciados

Algo-Alto- P.P.Medias - G.I .Húmus dif.- Pr. Rojas Calcár. Poco l

Media - Pr. Lixiviadas, Grumos.Grises Planosoles de 10-11-12-13

Baja - Planosoles, P. Arenosas, Solod

M.Baja - Solonetz

CARACTERES ASOCIADOS AL SUELO

CLASES DE PENDIENTES	CLASES DE EROSION
A - Casi plano 0-1 % B - Pendiente suave 1-3 % C - Pendiente mod. 3-6 % D - Pendiente fuerte 6-12 % E - Escarpado 12-24 % F - Muy escarpado - 24 %	1 - No o Ligera (Menos 25% Horiz.A perdido) 2 - Moderada (25-75% horiz.A perdido); algunas zanjas superficiales 3 - Severa (75% del A y parte del B perdidos); muchas zanjas superficiales y algunas profundas 4 - Muy Severa - Suelo destruído salvo pequeñas áreas y da un padrón intrincado de zanjas prof. y mod. profundas.

HUMEDAD	SALINIDAD	INUNDACIONES
H_1- Lig.húmedo;cultivos ligeramente afectados. H_2- Mod.húmedo;la elección de los cultivos o época de siembra es algo afectada H_3- Muy húmedo;cultivos seriamente afectados No es práctico cultivar H_4- Extrem.húmedo;Muy húmedo para cultivar Bañados	S_1- Ligera (0,2% de sales solubles) S_2- Moderada (0,2-0,35 %) S_3- Severa (0,35-0,50 %) S_4- Muy Severa (0,5%) S_5- No crecen plantas	I_1- Ocasional o de corta duración; daños ocasionalmente o retardo época de siembra I_2- Frecuente o Larga duración; daños frecuentes o limitación de algunos cultivos. I_3- Muy frecuente o de muy larga duración; no es posible cultivar

INTERPRETACION DE LOS STANDARDS

Profundidad.-

Se refiere a la profundidad donde las raíces pueden penetrar y procurarse agua y nutrientes. Son limitantes:

1) Roca consolidada
2) Roca fragmentada con menos de 15% de material fino y no más de 5% de lima más arcilla.
3) Estrato de gravas conteniendo menos de 15% de material fino y no más de 5% de arcilla más limo.
4) Arena gruesa o media con menos de 5% de arcilla más limo.
5) Horizonte endurecido tales como pan de hierro, grava cementada, caliche duro, u otro.

Textura.-

MP - Todas las arcillosas y franco arcillo limoso pesado.
P - Franco arcilloso, franco arcillo arenoso y franco arcillo limoso.
M - Franco, franco limoso, franco arenoso muy fino pesado.
L - Franco arenosos
ML - Arenoso franco, arenoso
T - Turboso

Permeabilidad.- Se refiere a la cantidad de agua que pasa a través de un horizonte por unidad de superficie en un flujo saturado.

Símbolo	Descripción	Velocidad cm./h.	Caracteres probables	
			Textura	Estructura
1	Muy lenta	- 0.10	P	Disperso;planar;columnar;prismática
2	Lenta	0,10-0,5	P-Mod.P	Planar;Bloques; prismático.
3	Mod.lenta	0.5-0.2	M-MP	Bloques ang.y subang.
4	Moderada	2.0-6.0	MP-M-ML	Granular;Bloques
5	Mod.rápida	6.0-12.0	ML-L	Bloques peq.subang granular
6	Rápida	12.0-25.0	L-ML	Grano simple
7	Muy rápida	- 25.0	ML (Arena gravas)	Grano simple.

Drenaje.-

Se refiere a la frecuencia y duración de los períodos en que el suelo no está saturado o parcialmente saturado.

d_1 - Normal; con A y B negros, pardos, rojizos; el C puede ser moteado.
d_2 - Muy húmedo por horizonte B poco permeable (B moteado de amarillo o gris).
d_3 - Muy húmedo en períodos largos (suelo negro con gleizado)
d_4 - Casi siempre saturado. Napas muy altas (suelo oscuro, subsuelo gris)
d_5 - Casi siempre cubierto de agua.

Humedad disponible.-

Se refiere al agua que puede retener el suelo y que las plantas lo pueden absorber.

Textura del Horizonte	cns. por cada 10 cms. de espesor	
	Suelo superficial	Subsuelo
Arenoso grueso	1.2	1.25
Arenoso-Arenoso franco	1.25	1.3
Franco arenoso	1.3	1.4
Fr.arenoso fino	1.4	1.5
Fr. arenoso muy fino	1.6	1.8
Franco	1.8	2.0
Franco limoso	1.9	2.2
Fr.arcil -Fr.arc.limoso	2.1	2.6
Arc.limoso-Arcilloso	2.2	2.2
Arcilloso pesado	2.4	1.8
Arcilloso muy pesado	2.8	0.9

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES

APTITUD	CLASE	UNIDAD DE TRATAMIENTO	PROF. EFECTIVA	TEXTURA SUPERIC.	PERMEABILIDAD SUBSUELO	PERMEABILIDAD SUBSTRACTO
APTAS PARA CULTIVAR	I	casi plano, bien drenado Suelo de Bajo	Profundo	Media	Mod. rápida	Mod. rápida
		Casi plano Suelo de Alto bien drenado	Profundo	Media	Mod. rápida	Mod. rápida
	II	Pend.suave	Prof. a Mod.prof.	Media	Mod. rápida	Mod. rápida
		Casi plano o pend.suave no bien drenado	Profundo	Media	Mod. a lenta	Mod. a lenta
	III	Pendiente moderada	Profundo	Media	Mod. rápida	Mod. rápida
		Pend.moderada.Suelo sup. con arcilla plástica en Subsuelo	Superfic.	Pesada	Mod. lenta	Mod. rápida
		Pendiente mod.o fuerte	Superf.o Muy sup.	Media	Mod. rápida	Mod. rápida
		Casi planos Suelos húmedos.	Profundo	Media	Lenta	Muy Lenta
	IV	Escarpados o Pedregosos	Superf.a Mod.prof.	Media	Mod. rápida	Mod. rápida
		Escarpado y Superficial	Superfic.	Media	Mod rápida	Rápida
		Subsuelo pesado y plástico casi plano	Mod. prof.	Media	Lenta	Lenta
		Húmedos y Bajos	Prof.	Media	Mod. Lenta	Mod. Lenta
NO APTAS PARA CULT/; SI PARA PASTURAS Y FORESTACION	V	Bajos,húmedo no cultivable rocosos	Prof.	Media	Mod. Lenta	Mod. Lenta
	VI	Muy escarp. erosionado o pedregoso Suelo sup.	Sup. a Prof.	Mod. Liviana	Mod. rápida	Mod. rápida
		Bajo, sujeto a deposición o erosión	Prof.	Media	Variable	Variable
	VII	Pedregoso, escarpado o muy erosionado	Sup. a Muy Sup.	Media a Mod.liviana	Rápida	Rápida
USO PECUARIO	VIII	Rocosidad, bancos de Arroyos, canales.	-----	----	-----	-----

DE TRATAMIENTO DE TIERRAS EN CADA CLASE DE CAPACIDAD

FERTIL. NATURAL	HUMEDAD DISPONIBLE	PENDIENTE	GRADO DE EROSION	EXCESO HUMEDAD	AZAR DE INUNDACIONES
Alta	Alta	Casi plano	No	No	Ocasional
Alta	Alta	Casi plano	Ligera	No	No
Alta o Moder.	Alta o Moder.	Suave	Ligera	No	No
Bajo a Alto	Alta	Casi plano o suave	Ligera o No	Mod.	No u Ocasional
Alta	Alta	Mod.	Ligera o Mod.	No	No
Mod.	Mod.	Casi plano	Ligera o Mod.	No	No
Mod.	Mod.	Mod.	Mod.	No	No
Baja	Mod.	Casi plano	Ligera	Muy húmedo	No
Alta	Mod.	Fuerte pendiente	Mod. o severa	No	No
Mod.	Baja	Fuerte pendiente	Mod. o severa	No	No
Mod.	Mod.	Casi plano	No	Mod.	No
Mod.	Alta	Si	Si	Muy húmedo	Frecuente
Alta	Si	Plano	Si	Muy húmedo No drenable	Muy frecuente
Alta	Mod.	Muy pend.	Mod. o severa	No	No
Mod.	Si	Plano u ondulado	Erosión severa o deposic.	Mod.	Muy frecuente
Mod. a Baja	Baja	Muy escarp.	Mod. a severa	No	No
-----		----	----		

MANEJO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS MINERALES

Hemos expuesto los hechos y conceptos fundamentales relacionados con la naturaleza y propiedades de los suelos, y también sus relaciones con las plantas; pero aún no los hemos correlacionado en una forma práctica. Vamos a hacerlo en este capítulo y en una forma tal que tengamos un plan general de manejo de la fertilidad de los suelos. Con esto como base, los datos dados hasta ahora en este libro tendrán en la práctica un doble significado.

La conservación de una productividad real y continuada del suelo es un problema complejo, ya que son tantos los factores que entran en él. Entre las influencias más importantes debemos mencionar las condiciones de clima, las relaciones de humedad, la materia orgánica del suelo y la buena capacidad de laboreo, la reacción del suelo, los elementos nutritivos disponibles o asimilables, y las enfermedades de las plantas y las plagas de insectos. En estas condiciones no hay plan de manejo del suelo y de producción de cosechas que pueda resultar perfecto, aunque sí puede tener éxito considerable.

Las fuentes de conocimientos a emplear para un manejo racional del suelo son varias. La experiencia y la observación nos han dado numerosos datos, de los cuales muchos son empíricos y otros son netamente hipotéticos. A pesar de la gran cantidad de información técnica de que se dispone sobre el suelo y sus relaciones con las plantas, la experiencia práctica es la que ha contribuído en mayor grado.

FASES DE UN BUEN SISTEMA DE MANEJO DEL SUELO.-Al formular el esquema de un buen sistema de manejo del suelo hay que tener en cuenta cinco aspectos principales. Entre ellos el primero es la
1) llamada capacidad de laboreo (tith), que significa una buena condición física del suelo e implica además una regulación satisfactoria de la humedad que contienen. Los primeros requisitos para la obtención de esa capacidad son una apropiada conservación del humus del suelo y por lo tanto el fomento de la granulación. Las aradas y operaciones de cultivo, tan necesarias en la preparación para la siembra y para la incorporación al suelo de toda clase de residuos vegetales, deben fomentar o provocar la formación de la estructura migajosa y no tender a destruirla. Esto asegura una buena aireación y un drenaje adecuado, por lo menos del espesor arable del suelo. Si el subsuelo tiene tendencia a ser demasiado húmedo, especialmente en la época de crecimiento, puede ser necesario instalar un drenaje subterráneo. Un buen "tilth" implica también el contralor de la erosión, y en un sentido más amplio tiene relación también con la rotación de cultivos.

2) EL CONTRALOR DE LAS MALEZAS, un segundo factor importante en el manejo del suelo, está relacionado también con la buena capacidad de laboreo, pues las operaciones de cultivo que se realizan en un terreno para modificar su estado físico tienden al mismo tiempo a anular el desarrollo de una vegetación indeseable. Durante cierta época del crecimiento se practican operaciones de cultivo casi con el único objeto de eliminar las malezas. Pero algunas de ellas, por ejemplo, el Agropyron repens y el Convolvulus arvensis no pueden destruirse convenientemente con las operaciones de cultivo, de modo que es necesario recurrir a algún otro método. Al hacer uso de los materiales nutritivos y de la humedad que en otra forma utilizarían las plantas cultivadas, esas malezas impiden la obtención de una buena cosecha. Constituyen una de las mayores dificultades con que debe luchar el agricultor.

3) El contralor de enfermedades de las plantas y de plagas de insectos es en ciertos casos una fase del manejo del suelo. Muchos insectos y organismos causantes de enfermedades pasan una parte o todo su ciclo de vida en el suelo. Y la forma de manejar el suelo puede tener mucha influencia sobre su virulencia. La época en que se ara el terreno, el orden de los cultivos que se siembran, el //

//intervalo de tiempo transcurrido entre las distintas cosechas, la operación de quemar los residuos y la adición al suelo de productos químicos son todos ejemplos que ilustran la relación entre manejo del suelo y contralor de las enfermedades, Como ejemplo - específico tenemos la arada del terreno en otoño para disminuir la actividad del gusano granado (feltia annexa), y la quema o incorporación al suelo con el arado de los rastrojos de maíz para eliminar los organismos del taladro de la caña de maíz (pyraustro nubinalis). También podemos citar el agregado de azufre al suelo para disminuir el pH en el contralor de la sarna de la papa, y el empleo de la cal para alcalinizar el suelo para el contralor de la enfermedad "finger and toe" del repollo.

En el manejo del suelo debe considerarse también un orden apropiado de cultivo, pues la rotación empleada tiene sobre el suelo una gran influencia química, física y biológica. Por ejemplo, los céspedes tienden a fomentar la acumulación de humus y una mayor granulación. Los cultivos, por otro lado, llevan a una mayor destrucción de la materia orgánica y aumentan las pérdidas de elementos nutritivos en el agua de drenaje. También tiene importancia que el cultivo sea una leguminosa o una no leguminosa. El contralor de la erosión es también en parte cuestión de selección de los cultivos a realizarse. En resumen, ningún sistema de manejo del suelo es completo mientras no se haya decidido una rotación adecuada a seguir. Esto implica también el empleo de semillas - buenas y variedades aceptables.

Un buen sistema de manejo del suelo debería, antes que todo, aportar un contenido adecuado de substancias nutritivas asimilables. Este sería el quinto requisito. Si la fertilidad del suelo es elevada, entonces el buen laboreo, aireación adecuada y el contralor de la humedad, que ya hemos hecho notar, permitirán que - los elementos nutritivos sean adecuadamente asimilables. Es decir, los procesos del suelo, tanto químicos como biológicos, son regulados y estimulados en forma tal, que se aportan cantidades suficientes de nitrógeno, ácido fosfórico, potasa, cal y otros elementos necesarios para el crecimiento de las plantas.

Pero, por otro lado, si falta alguno de esos elementos o se encuentra en condición tal que reacciona demasiado lentamente a los procesos naturales, se lo debe adicionar artificialmente al suelo; por ejemplo las estercoladuras, los fertilizantes y encaladuras. Como la mayoría de los suelos tienen gran necesidad de estos agregados, la conservación de la fertilidad se ha transformado en uno de los problemas más importantes y más extendidos del manejo de los suelos, especialmente en las regiones húmedas. En las regiones áridas el único aspecto que debe tener prioridad es el aporte de agua.

Los análisis químicos y reacciones químicas empleados para determinar las necesidades de fertilizantes.- Al considerar el problema de la fertilidad de un suelo es naturalmente necesario conocer, antes que todo, cuál es el o los elementos nutritivos que faltan, o que se vuelven asimilables demasiado lentamente como para llenar las necesidades corrientes de las plantas. Para la gente común esto parece ser un problema muy simple. La química ha logrado ya cosas tan maravillosas que parecería una simple rutina analizar el suelo determinando la proporción de los diferentes elementos nutritivos y ver inmediatamente cuáles son los que limitan el crecimiento de las plantas cultivadas. Además de esto, para la gente común el análisis podría ser fácilmente interpretado en términos de la cantidad de fertilizante que debe agregarse para subsanar la dificultad observada. Como veremos luego, esto es demasiado pedir, a menos que el análisis químico sea complementado con informaciones obtenidas por otros medios. No hay ninguna otra fase de la ciencia del suelo que haya llegado a ser tan popular como el análisis químico; y como técnica de estudio del suelo es muy poco comprendida, en general, pero al mismo tiempo se la da un valor exagerado.

(A) ANALISIS: Para determinar el contenido de elementos del suelo se realizan generalmente dos tipos de análisis químico: el total y el parcial. Dentro de este último se incluye una cantidad de distintas determinaciones, incluso los llamados ensayos rápidos a los que se ha prestado tanta atención últimamente.

.) En un análisis total se determina la cantidad total de un elemento dado presente en el suelo, sin tener en cuenta su forma de combinación o su movilidad. Esos datos son de mucho valor para el estudio científico de los suelos, y sin disponer de los resultados de ese tipo de análisis se habrían realizado pocos progresos en pedagogía. Los datos de esta clase dados en este libro completan la información técnica y permiten equilibrar, tanto desde un punto de vista científico como técnico, el concepto general, amplio, del suelo.

A pesar del gran valor de los análisis totales del suelo en la investigación y en la enseñanza, fracasan completamente en otro aspecto muy importante. En general no dicen nada respecto a la asimilabilidad o inasimilabilidad para las plantas de los constituyentes respectivos (ver página 440). Y esto es naturalmente lo que más interesa para tomar decisiones sobre fertilidad. A menos que un elemento sea suficientemente móvil, con seguridad habrá alguna complicación en la fertilidad. Por ejemplo, muchos suelos minerales son relativamente ricos en potasa total (ver pág.22), pero en general reaccionan muy favorablemente a la aplicación de fertilizantes potásicos. El análisis total no nos muestra esa situación; de modo que un suelo rico en elementos nutritivos totales puede responder provechosamente a una aplicación de fertilizantes, y otro más pobre puede no necesitar esas adiciones. Por lo tanto los análisis totales, salvo en casos especiales, casi no tienen valor para hacer recomendaciones en la práctica.

2) Los análisis parciales son de distintos tipos. Anteriormente se consideraba como apropiado digerir el suelo con un ácido débil de concentración justamente suficiente para extraer el o los elementos nutritivos que en las condiciones del terreno sería inmediatamente asimilables o por lo menos fácilmente tomados por las plantas en la subsiguiente estación de crecimiento. Este médodo es tan arbitrario y artificial, y deja de lado tantos factores importantes como ser el cultivo sembrado, los procesos de suelo en las diferentes estaciones y las variaciones del clima, que los datos obtenidos en esa forma no se han podido correlacionar con el comportamiento de los cultivos en una forma tal que permitiría emplear luego esos datos en la practica. Los innumerables agentes extractivos propuestos demuestran lo inadecuado de este tipo de análisis químico.

3) Hay otro tipo de análisis ya más promisorio, y en este caso no se trata de determinaciones realizadas luego de una disolución, sino de la substitución de los elementos que se encuentran al estado absorbido. El desplazamiento puede realizarse por electrodiálisis o por medio de una solución adecuadamente regulada, generalmente acetato de amonio o de bario, con una concentración suficiente del catión para saturar el complejo coloidal, desplazando así completamente los iones contenidos originalmente por el suelo. Los métodos están actualmente bien "standardizados", y pueden determinarse fácilmente las proporciones contenidas en el suelo de ciertos iones substituíbles, como ser calcio, magnesio, potasio, manganeso, hierro y aluminio. Como los constituyentes del suelo retenidos en esa forma son móviles y por lo tanto más o menos fácilmente asimilables por las plantas, las determinaciones de este tipo tienen un gran valor cuando se correlacionan adecuadamente con el comportamiento que muestran los cultivos. Pero en muchos casos tiene tanta o más importancia conocer hasta qué grado o porcentaje el complejo de intercambio está ocupado por un elemento nutritivo dado, que no la cantidad total presente. También intervienen otros factores que hacen que la interpretación práctica sea difícil (ver pág.383).-

4) Finalmente tenemos los ensayos rápidos, actualmente muy de moda, y objeto de mucha propaganda. Algunos de ellos tienen indudablemente gran valor, pero otros serán abandonados con el tiempo. Ya se han discutido la determinación del pH y la reacción de Comber (ver pág.292 y 343); sin duda tienen valor para el contralor de la acidez del suelo y de los factores asociados con ella, y como base para hacer recomendaciones respecto a las aplicaciones de cal ambos tienen gran valor práctico. Todos los que tienen algo que ver con el manejo del suelo o con cualquiera de sus fases, deben conocer bien el primero de esos ensayos o preferiblemente ambos.

A los otros ensayos rápidos (1) no se les puede dar el mismo valor. Como se emplea un disolvente débil con un tiempo mínimo de extracción, los elementos nutritivos extraídos serían los muy débilmente retenidos por el complejo coloidal. La solución para la extracción, generalmente acetato de sodio, se regula en un valor del pH que se considera apropiado para que el aporte de hidrógeno activo sea constante. Naturalmente se trata de "standardizar" el ensayo de modo que se pueda establecer una relación entre las cantidades de elemento nutritivo extraído y las necesidades de fertilizantes del cultivo que se va a hacer. Los resultados del ensayo pueden expresarse en términos generales, como ser, contenido bajo, medio o elevado, del elemento que se determina, o mejor aún en kilogramos por hectárea. En ambos casos queda aún por hacer la interpretación final y crítica: la clase y la cantidad de fertilizantes a aplicar.

(1) Hance, F.E., Soil and Plant Mateiral Analyses by Rapid Chemical Methods, Bulletins 50 y 51, Hawaiian Suger Planters' Assoc., 1936 y 1937.-

Hester, J.B., Blume J.M., y Shelton, F.A., Rapid Chemical Test for Coastal Plain Soils, Bulletin 95, Va.Truck Exp.Sta.,1937.

Spurway, C.A., Soil Testing - A practical System of Soil Fertility Diagnosis, Techn. Bulletin 132, 2a.rev., Mich. Agr.Exp.Sta., 1938.

Morgan, M.F., Chemical Soil Diagnosis by the Universal Soil Testing System, Bulletin 450, Conn,Agr. Exp. Sta., 1941.

Bray, R.H., Rapid Tests for Measuring and Differentiating Between the Adsorbed and the Acid-Soluble Forms of Phosphate in Soils, Mimeogr.Pamphlet A.G. 1028, Ill, Agr.Exp.Sta.1942; y Directions for Modified Tests for Replaceable Potassium in Soils, Mimeogr. Pamphlet A.G.1033, Ill.Agr.Exp.Sta., 1942.-

Truog, E., "The Determination of the Readily Available Phosphorus in Soils", Jour. Amer. Soc.Agron., XXII, 874-882, 1930; y Volk, N.J., y Truóg, E., "A Rapid Chemical Method for Determining the Readily Available Potash in Soils", Jour. Amer.Soc.Agron., XXVI, 537-546, 1934.-

(B) Interpr. Cuando más, esos ensayos dan sólo una idea grosera de las cantidades de constituyentes fácilmente asimilables contenidos en un suelo, pues son arbitrarios y artificiales, lo mismo que muchas otras determinaciones parciales. Nadie pretende que el disolvente empleado extrae las mismas cantidades de elemento nutritivo que extraería el cultivo durante la época de crecimiento. La gran cantidad de diferentes disolventes aconsejados demuestra lo artificial del método. Para empeorar las cosas, existen serias dificultades técnicas para la determinación exacta de las cantidades de los distintos elementos nutritivos, aun después que han sido extraídos. De modo que los resultados tienen poco significado, cuando se los considera aisladamente; se los puede interpretar solamente sobre la base de un conocimiento práctico del cultivo que quiere hacerse, y conociendo el tipo de suelo y las condiciones de su ambiente. Dos suelos que tienen exactamente el mismo contenido de un elementos dado podrían reaccionar en forma muy diferente a un mismo tratamiento de fertilización realizado en el terreno. Evidentemente es peligroso colocar esos ensayos en manos de aficionados, no sólo porque podrían no realizar la determinación en la forma debida, sino especialmente porque no teinen los conocimientos y criterio necesarios para una interpretación racional.

Parece entonces que esos ensayos dan, cuando más, sólo una parte de la información de que debe disponerse para hacer recomendaciones sobre fertilidad. En primer lugar debe considerarse los tipos de cultivos que se van a hacerm las operaciones de cultivos, sus necesidades de elementos fertilizantes, y su rotación. También teien gran importancia la estrucrura y la textura del suelo, y su drenaje. Además deben tenerse en cuenta la naturaleza del fertilizante particular a emplear, su influencia específica sobre la planta cultivada, y especialmente las transformaciones que sufre después de haber sido incorporado al suelo. Se habría exagerado entonces la importancia de los ensayos químicos, y hasta cierto punto no se respondería a la confianza del público.

Ahora que hemos aclarado las limitaciones de los ensayos químicos y hemos definido su valor práctico, es fácil esquematizar el método a seguir ordinariamente para hacer al público recomendaciones sobre fertilización. Estas deberían ser hechas por hombres entrenados en la experiencia, técnicos, que conocen los principios científicos en que se basan las operaciones comunes realizadas en los terrenos y que también se hallan en contacto con la experiencia de los agricultores de regiones muy extensas y diversas. Estos especialistas pueden o no efectuar ellos mismos los ensayos químicos. Además, poseen una base que les permite correlacionar satisfactoriamente la información así obtenida con otros aspectos que tienen importancia en el problema. El punto que sigue trata de los principios en que se basan esas recomendaciones.

ESQUEMA DEL MANEJO DE LA FERTILIDAD.-Son seis los factores que más contribuyen a una buena conservación de la fertilidad del suelo, que damos a continuación junto con los medios por los cuales se obtiene en la práctica esa conversación:

1.- Adición al suelo de materia orgánica en forma de	Residuos de las cosechas Estiércol Abonos verdes: Leguminosas, No leguminosas
2.- Aporte adecuado de nitrógeno por	Residuos de las cosechas Estiercol Leguminosas: Cultivos comunes, Abonos verdes Fertilizantes nitrogenados
3.- Aplicación de cal, si fuera necesaria	Carbonato (generalmente caliza) Hidróxido de cal, u Oxido de cal
4.- Aporte de potasio asimilable por medio de	Estiércol y residuos de las cosechas Destrucción dela mat. orgánica Fertilizantes potásicos
5.- Adición de fósforo en forma de	Superfosfato y otros fertilizantes fosfáticos
6.- Adición de elementos vestigios	Como sales individuales o en mezclas.

La forma de emplear estos medios para la conservación de la fertilidad del suelo varía apreciablemente en diferentes casos, y a veces los detalles resultan complicados. Además se encuentran recíprocamente relacionados, pues es necesaria la influencia de un elemento para que otro pueda obrar adecuadamente. Para mayor claridad consideraremos las distintas fases en orden, dando las explicaciones necesarias para hacer resaltar su importancia práctica.

CONSERVACION Y ACTIVIDAD DE LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO. Evidentemente debe incorporarse al suelo una proporción adecuada de residuos orgánicos, a intervalos frecuentes; pero esto solo puede no conservar un contenido apropiado de humus en el suelo; o bien puede no llevar a un grado favorable de liberación de energía y formación de productos finales, convenientes para la producción de cosechas.

La acumulación de humus en el suelo es esencialmente un problema del nitrógeno. El nitrógeno contenido en la materia orgánica del suelo está estrechamente relacionado con la cantidad de humus formado, y tiene además una decidida influencia sobre él. Hemos visto que está regido por la relación M:C. En condiciones ordinarias de destrucción los residuos orgánicos se reducen hasta que el humus que resulta se encuentra aproximadamente en una relación de 20 a 1 con el nitrógeno presente. Cuanto mayor la proporción de nitrógeno en el suelo, mayor será el contenido o nivel de materia orgánica que se mantiene en los suelos minerales. Esto ya ha sido explicado en detalle (ver pág.130).

En cuanto a la velocidad e intesidad de las transformaciones, intervienen distintos factores. Un buen drenaje es absolutamente necesario, pues provee una aireación satisfactoria; en los suelos minerales mal drenados dificilmente tiene lugar una descomposición satisfactoria. También es esencial una proporción adecuada de calcio activo y suficiente nitrógeno; a menos que ambos elementos se encuentren presentes en proporciones adecuadas, la transformación de la materia orgánica resultará demasiado lenta. Resumiendo, el problema exige:

1° Una cantidad suficiente de residuos;

2° Nitrógeno suficiente para asegurar un nivel elevado de acumulación de humus, y

3° Conidciones en el suelo que promuevan una actividad biológica capaz de mantener en continua actividad el ciclo de //

la materia orgánica.

Solamente cuando se cumplan estos tres requisitos, la liberación de energía será apropiada, y satisfactoria la producción de productos finales simples.

Los residuos de las cosechas, tanto las partes aéreas como las raíces, el estiércol y los cultivos verdes, generalmente aportan tan residuos orgánicos en abundancia, siempre que haya presente una proporción adecuada de nitrógeno orgánico. Este elemento, más que el aporte orgánico original, es el que determina la acumulación de humus en los suelos; por lo tanto se recomienda el empleo de leguminosas en todos los casos en que sea posible en vez de no leguminosas; y debería preferirse el estiércol a la paja común.

En cuanto a la cantidad de humus que debe mantenerse en un suelo particular, repetiremos aquí lo dicho en la página 136:

"Como la velocidad con que desaparece el carbono del suelo aumenta muy rápidamente a medida que se eleva el contenido de materia orgánica, la conservación de un contenido alto de humus es difícil y además resulta cara. De modo que no es prudente mantener el contenido de materia orgánica por encima del nivel que permite obtener rendimientos convenientes de las cosechas. Ese nivel dependerá de las condiciones de clima, del tipo de suelo y de los cultivos. Evidentemente debe ser mayor en las regiones de chernozem de Dakota del Norte que en la parte central de Kansas, donde la temperatura es mayor, o que en la parte norte de Montana, donde es menor la precipitación. En resumen, debería mantenerse siempre la materia orgánica en un mínimo económico, compatible con un estado físico apropiado, una actividad vioquímica satisfactoria, una adecuada asimilabilidad de los elementos nutritivos, y rendimientos convenientes de las cosechas".

La actividad de la materia orgánica del suelo, determinada por el calcio y el drenaje, es en general más importante que su contenido absoluto. Muchos suelos productivos contienen menos nitrógeno y materia orgánica que otros de un mismo lugar cuyos rendimientos son considerablemente menores. Como ejemplo damos los análisis de la tierra Ontario, un suelo muy productivo, y de la tierra limosa Volusia, que es un suelo naturalmente pobre (Cuadro XLVIII).

CUADRO XLVIII.-Composición de la tierra Ontario y de la tierra limosa Volusia; muestras del estado de Nueva York. Datos en por ciento, promedio de doce análisis (2).

Constituyente, total	Tierra Ontario	Tierra limosa Volusia
Materia orgánica (N x 20)	3,20	5,00
Nitrógeno (N).....	0,16	0,25
Acido fosfórico (P_2O_5).....	0,11	0,16
Potasa (K_2O)	1,98	2,16
Magnesia (MgO).....	0,74	0,80
Cal (CaO)	1,04	0,40
Anhídrido sulfúrico (SO_3).....	0,14	0,19

La primera diferencia importante que se observa parece ser en el contenido de cal, que es el que rige en parte la eficiencia del nitrógeno y también de la materia orgánica. Un factor muy importante también es el drenaje pobre de la tierra limosa Volusia. A pesar de las proporciones mayores de nitrógeno y de materia orgánica de esta última, sus transformaciones, debido a la falta de una proporción adecuada de cal y a un mal drenaje, no alcanzan a llenar las necesidades del cultivo. Sin duda, por la falta de cal y la mala aireación debe haber también otras condiciones fisiológicas desfavorables.

(2) Bizzell, J.A., Chemical Composition of New York Soil, Bulletin 513, Cornell Univ. Agr. Exp. Sta., 1930.-

Estos datos demuestran incidentalmente la imposibilidad de emplear un análisis químico total como base para hacer recomendaciones sobre fertilidad. Aunque se estudiaran esos datos muy detenidamente, es probable que se elegiría la tierra Volusia en vez de la Ontario como mejor suelo, a menos que se conociera su comportamiento en el terreno. En cuanto a recomendaciones de índole práctica, no podría hacerse ninguna, ni aún en cuanto a las necesidades de cal.

ADICION Y REGULACION DEL NITROGENO.-Entre todos los elementos nutritivos el nitrógeno es probablemente el que presenta mayores complicaciones para su aporte al suelo, y es en verdad el más difícil de regular posteriormente. El contralor que ejerce sobre el humus del suelo y sus complicadas transformaciones, su facil pérdida por volatilización y en el agua de drenaje, y su marcada influencia sobre los cultivos, hacen que sea un elemento que presenta un interpes extraordinario. Una vez que se ha resuelto el problema del nitrógeno en el suelo, los otros ya son menos difíciles.

No es dificil demostrar que la conservación del nitrógeno es crítica. Suponiendo que las pérdidas por drenaje y por volatilización son neutralizadas por la precipitación y la nitrogenación, falta solamente equilivrar las cantidades extraídas por las cosechas y la erosión (ver página 374). En términos generales esa pérdida alcanza a unos 85 o tal vez 115 kilogramos anuales de nitrógeno por hectárea, que equivale a unos 530 a 720 kilogramos de nitrato de soda comercial, Debería llenarse esta deficiencia,por lo menos en parte, para que la productividad del suelo se mantenga en un nivel conveniente.

En el contralor del nitrógeno son de primera importancia los residuos de las cosechas,no sólo las partes aéreas sino también las raíces.En esta forma siempre vuelve al suelo una proporción considerable de nitrógeno en forma orgánica,que vuelve a ser utilizable por las plantas superiores por intermedio de la aminación, amonificación y nitrificación. Esos retornos de nitrógeno al suelo son más o menos automáticos, y solucionan en gran parte la dificultad existente para la reposición de ese déficit anual de nitrógeno, y mucho más importante es de lo que creen lo agricultores en general.

Cuando se tienen animales en la chacra, se produce una cierta cantidad de estiérsol. Ese producto residual contiene unos 5 kilogramos de nitrógeno por tonelada, de modo que es valioso. Suponiendo una estercoladura de 25 toneladas por hectárea, en una rotación de 5 años, el retorno de nitrógeno al terreno sería de unos 25 kilogramos anuales por hectárea. Aunque esto no alcanza a equilibrar las necesidades de nitrógeno, las estercoladuras hacen que ellas sean menos críticas, y mantienen la producción en un nivel mayor que lo que creeríamos sobre la base de esa pequeña adición de nitrógeno. Esto se debe probablemente al notable incremento de las actividades biológicas.

La incorporación de abonos verdes, especialmente cuando ese cultivo es una leguminosa, puede aumentar mucho el contenido de nitrógeno del suelo. Un cultivo de trébol de los prados, de trébol de olor, o Vicia, por ejemplo, puede contener fácilmente de 45 a 55 kilogramos de nitrógeno tomado del aire por las actividades fijadoras de las bacterias contenidas en los nódulos de las raíces (ver pág.366).Esa fijación equivale a unos 280 a 350 kilogramos de nitrato de soda comercial. Esta cantidad de nitrógeno que se hace entrar al ciclo de la materia orgánica debe tener forzosamente una gran influencia sobre los organismos del suelo; y, finalmente, hace aumentar no sólo la cantidad de nitrógeno y de humus presentes en el suelo, sino que también activa la movilidad de otros constituyentes.

El empleo de una leguminosa como cosecha incluída regularmente en la rotación es muy importante para conservar el nitrógeno del

suelo. En el caso de la alfalfa, trébol y Vicia, se cree que la cantidad de nitrógeno extraído del suelo al cosechar el cultivo es igual en muchos casos a lo fijado en los nódulos (ver pág. 426). De modo que puede hacerse un cultivo que da una cosecha de alto contenido de proteína y casi sin extracción del nitrógeno contenido en el suelo. Esa posibilidad es muy importante en cualquiequier plan de conservación del nitrógeno. De modo que para la economía del nitrógeno del suelo el empleo de las leguminosas puede compararse favorablemente con el uso de los residuos de las cosechas y del estiércol.

Debemos hacer notar que el nitrógeno comercial se emplea en la agricultura general y en la especializada para lechería, principalmente para complementar el nitrógeno ya presente en el suelo, y no para aumentar en forma permanente su contenido. En realidad, el cultivo es en general tan estimulado por el fertilizante, que no solamente utiliza el nitrógeno contenido en él, sino además una mayor proporción del nitrógeno del suelo que lo que e emplearía normalmente. Y como el nitrógeno de los fertilizantes es principalmente inorgánico, no puede ayudar mucho a la formación de humus. Los fertilizantes parecen tener entonces menos importancia, para la conservación de la materia orgánica y del nitrógeno del suelo, que el estiércol, los residuos de las cosechas y las leguminosas.

Tratándose de hortalizas cultivadas en un suelo arenoso, la situación es distinta; en este caso se depende más de los fertilizant zantes comerciales, funcionando el suelo más como un medio que no como fuente de elementos nutritivos.

EMPLEO DE LA CAL.-Con respecto a la cal debería determinarse si es necesaria; en caso afirmativo, qué clase de cal se debe aplicar y en qué proporción por hectárea. Estas preguntas ya han sido debidamente contestadas (ver pág.342); pero vamos a hacer notar otros aspectos de las encaladuras.

Si bien en general se considera a la cal como una enmienda del suelo, su mayor beneficio, y el primero, es probablemente de caracter nutricional; es decir, el calcio y el magnesio obran en realidad como elementos fertilizantes, y su influencia indirecta aumenta e intensifica sus efectos directos. Tenemos un buen ejemplo de esto en el caso del trébol y la alfalfa; estas plantas no prosperan en suelos minerales ácidos no tanto por su pH bajo, sino más bien por una falta de nutrición por el calcio. Lo mismo sucede probablemente también con muchas bacterias y actinomices; entre los animales del suelo, las lombrices reaccionan favorablemente al calcio nutritivo, en forma neta.

Un segundo aspecto importante, pero probablemente exagerado, comparado con su aspecto nutricional, es la influencia indirecta de la cal; es decir, como enmienda del suelo. Tiende a acelerar las actividades bioquímicas en el suelo, con lo cual aumenta la proporción de energía liberada y la aparición de productos simples. También podrían citarse las variaciones en la solubilidad del hierro, el aluminio y el manganeso, debidas a variaciones en el pH (ver pág.285), haciéndose menos activos esos constituyentes al pasar el pH de 4,5 a 7,5. Cuando esa variación en la solubilidad del hierro, el aluminio y el manganeso es producida por la adición de la cal, esta última obra como una enmienda del suelo. Podrían citarse otros ejemplos igualmente importantes.

Y tercero, la cal no debe usarse liberalmente como si fuera un "cúralotodo", sino aplicarse con criterio; o de lo contrario no emplearla. Aplicar un exceso de cal, o emplear cal para un cultivo en el que no se debería hacerlo, es tan erróneo como el no tener en cuenta sus beneficios cuando ello es posible. Para decidir respecto a una encaladura deben hacerse los ensayos químicos.

CONTENIDO ADECUADO DE POTASIO ASIMILABLE.-Los suelos minerales, salvo los muy arenosos, contienen grandes reservas de potasio. El dato promedio del contenido de potasio de un suelo mineral representativo mediano o pesado es de 2% como mínimo; esto equivale aproximadamente a unos 45.000 kilogramos por hectárea por el espesor arable, sin mencionar las grandes cantidades contenidas en el subsuelo como reserva. La péredida anual de potasa por hectárea debida a la extracción de una cosecha común y el drenaje combinados alcanza a unos 150 kilogramos como máximo (ver pág.202). Expresado en cloruro de potasa comercial esto equivale a unos 245 kilogramos de producto al 60% de K_2O, lo cual parece una remoción grande. Y sin embargo, comparado con el contenido total de potasa presente en el suelo, es insignificante. Evidentemente el problema del potasio en los suelos comunes no es de contenido total, sino de su asimilabilidad.

El problema del potasio del suelo es algo peculiar. El agua de drenaje elimina grandes cantidades de este constituyente (tal vez 68 a 80 kilogramos anuales por hectárea), y sin embargo, un cultivo que crece en ese terreno puede beneficiarse con un fertilizante potásico. Aparentemente no hay casi una adecuada absorción del potasio por las plantas superiores mientras no exista un exceso en la solución del suelo. Aparentemente se exige de este constituyente una movilidad casi igual a la del calcio.

Si se mantienen en un nivel adecuado en el suelo los contenidos de materia orgánica, de nitrógeno y de cal, la acción disolvente del bióxido de carbono y de otros ácidos probablemente es máxima, con lo cual la solubilidad del potasio sería suficiente para llenar adecuadamente las necesidades de las plantas superiores, que sería el caso de muchos suelos vírgenes. De modo que la conservación de la materia orgánica puede resolver el problema en forma automática, por lo menos por un tiempo, en los suelos pesados, que es donde el contenido de potasa total es mayor. Pero llegará un momento en que este pasaje de formas complicadas a la solución del suelo, o a un estado absorbido e intercambiable será demasiado lento para una nutrición satisfactoria de las plantas; comenzarán a aparecer entonces los síntomas de una deficiencia de potasio (3).

Se ha observado que en los suelos arables es muy conveniente la estercoladura además de la adición de los residuos orgánicos usuales. 10 toneladas de estiércol común dan unos 50 kilogramos de potasa, equivalentes a lo que contienen unos 83 kilogramos de cloruro de potasa comercial (60% de K_2O). Hasta ahora el problema del potasio de la mayoría de los suelos pesados de los Estados Unidos se ha resuelto en las dos formas mencionadas. Pero actualmente, lo mismo que en Europa, hasta los suelos más pesados y más fuertes comienzan a mostrar una necesidad aguda de fertilización potásica; y los síntomas de deficiencia de potasio no son difíciles de hallar en el este de los Estados Unidos; la potasa comercial debe emplearse en proporción cada vez mayor.-

En los suelos livianos la situación es mucho más crítica. En este caso es muy bajo el contenido de potasio total y también de asimilable, y para muchos cultivos ha habido que agregar artificialmente este elemento durante años. El estiércol y los residuos de las cosechas son decididamente insuficientes. Cuando el potasio es un factor limitante o crítico, especialmente en suelos arenosos, casi siempre conviene agregar nitrógeno y también ácido fosfórico, y además elementos raros algunas veces. Así, al cultivar en suelos livianos tabaco o papa, cultivos que necesitan mucho potasio, generalmente se hace un tratamiento fertilizante completo. La mayoría de las hortalizas reaccionan también favorablemente a aplicaciones de fertilizantes potásicos. La necesidad de potasio en los suelos arables va siempre en aumento.

LA ADICION DE ACIDO FOSFOTICO.-Se sabe bien que el fósforo del suelo es crítico en dos aspectos: una asmilabilidad baja y pequeños

contenidos (ver pág.24); y así, en los terrenos arables se nota generalmente una deficiencia de fósforo mucho antes que comiencen a faltar la materia orgánica o el nitrógeno, o lleguen a un nivel de actividad bajo. De modo que durante muchos años los fertilizantes fosfáticos han sido una recomendación "standard" y efectiva. Hay muy pocos suelos que no reaccionan favorablemente el agregado de fósforo asimilable.

El nitrógeno y el potasio se aplican aisladamente sólo en casos especiales, pero la utilización de un fertilizante fosfático aislado es muy común, especialmente en zonas de agricultura general y para lechería. El fertilizante más común que contiene este elemento es el superfosfato, aunque se emplean cada vez más otras formas. Para los cultivos generales y para los de lechería, los residuos orgánicos, las leguminosas, el estiércol, el superfosfato y la cal, pueden mantener durante años la fertilidad de los suelos en un nivel provechoso si no máximo. Este es el sistema más simple de manejo de la fertilidad que se ha ideado hasta ahora para este tipo de agricultura.

Para cultivos de un mayor valor, como ser algodón, tabaco y hortalizas, más aun cuando se cultivan en suelos livianos, generalmente se necesitan nitrógeno y ácido fosfórico, y en esas condiciones casi siempre es crítico también el potasio; de modo que puede emplearse un fertilizante completo para complementar los residuos orgánicos, las leguminosas y la cal. En esos casos casi nunca se dispone de estiércol en grandes cantidades; se recurre cada vez más a los fertilizantes comerciales. De modo que cualquiera que sea la tendencia que se note en el sistema de manejo de la fertilidad del suelo, es necesaria la aplicación artificial de fósforo.

Hay una fase de la fertilización fosfática que ya ha sido discutida (ver pág.286), pero que debemos hacer resaltar nuevamente. Es la relación entre pH y asimilabilidad del fósforo por las plantas. Cuando los suelos minerales son bastantes ácidos (por ejemplo pH 4,5 o 5,0), se fomenta mucho la actividad del hierro, aluminio y manganeso. Los fosfatos solubles agregados a esos suelos dan inmediatamente formas insolubles y no asimilables. Esto es antieconómico.

Por otro lado, a un pH elevado (por ejemplo 7 u 8), las grandes cantidades de calcio activo contenidas en los suelos minerales transforman los fosfatos agregados en fosfatos de calcio insoluble, que van desde la oxiapatita hasta la apatita carbonatada, y aún la fluorapatita (ver pág.287). Todos éstos fosfatos son relativamente inasimilables por las plantas, especialmente los dos últimos. Parecería mejor entonces ajustar el pH de los suelos minerales en algún valor entre 5,6 y tal vez 6,5. En este caso el fosfato agregado parece ser considerablemente más soluble y además los iones fosfato existentes a este valor de pH (PO_4H^{--} y $PO_4H_2^-$) parecen ser absorbidos con bastante facilidad por las plantas. De modo que la regulación del pH del suelo es una fase de la fertilización fosfática que debe tenerse en cuenta.

DEFICIENCIAS DE MAGNESIO Y DE AZUFRE.-En el esquema del manejo de la fertilidad dado en la pagina 438 no se ha mencionado específicamente el magnesio ni el azufre, debido a que estos elementos se aportan al suelo en forma casi incidental, y en general no exigen que se les preste atención especial. Por ejemplo, casi todas las cales contienen cantidades apreciables de magnesio; la caliza dolomítica puede contener hasta 40% de carbonato de magnesio, de modo que las encaladuras hechas con criterio generalmente subsanan las posibles deficiencias de este elemento. Además los fertilizantes ya mezclados contienen por lo general una proporción de caliza dolomítica suficiente como para contrarrestar los efectos acidificantes de éstos en los suelos en que se aplican. Ese tipo de fertilizante puede contener a veces hasta 90 o 140 kilogramos de carbonato de magnesio por tonelada. Además, en los casos en que se sospecha una falta de magnesio se está empleando como sal fertilizante de sulfato de potasio y magne-

sio. Parecería entonces que este elemento es adicionado al suelo adecuadamente en esas formas; sin embargo conviene vigilar atentamente en las plantas cultivadas la aparición de síntomas de deficiencia de magnesio, que son bien definidos y se reconocen fácilmente.

En los suelos arables se adiciona una proporción considerable de azufre junto con los residuos de las cosechas, los abonos verdes y el estiércol, conteniendo este último de 2 a 5 kilogramos por tonelada. Aparte de esto generalmente se adicionan cantidades grandes con las precipitaciones, en proporción desde unos pocos kilogramos anuales por hectárea hasta 113 en casos extremos. Otra adición automática de azufre es el absorbido de la atmósfera por el suelo, que se cree que por lo menos alcanza a igualar la cantidad incorporada al suelo por la lluvia y la nieve. Además ciertos fertilizantes, como ser sulfato de amoníaco, sulfato de potasio y superfosfato común, contienen cantidades apreciables de azufre. Como este último está constituído por yeso en un 50% aproximadamente, 100 kilogramos aportarían unos 12 de azufre combinado, suficiente para una cosecha media. No parecería entonces que el azufre, salvo en ciertos casos, pueda ser un elemento que exija una extremada atención (ver página 395). Las prácticas comunes de fertilización compensarían automáticamente cualquier posible deficiencia.

LOS ELEMENTOS RAROS.-La fertilización con elementos vestigios es una fase del manejo del suelo llamada a tener un gran desarrollo. La razón es evidente. Durante un número de años nuestros esfuerzos de fertilización se han limitado principalmente al nitrógeno, potasio, fósforo y la cal. Un cultivo constante con esa reposición unilateral de los elementos ha agotado gradualmente las pequeñas cantidades de cobre, cinc, manganeso y boro asimilables, a niveles por debajo de las necesidades corrientes de ciertos cultivos, aunque las exigencias de éstos son relativamente ínfimas. Actualmente comienzan a notarse síntomas de nutrición defectuosa de las plantas por una falta de elementos vestigios en todos los lugares en que se ha cultivado el terreno por un intervalo de tiempo largo, especialmente en la parte este y central de los Estados Unidos.

Los especialistas ya están familiarizados con los síntomas de deficiencias de elementos raros, y a medida que pasa el tiempo, hasta los mismos criadores los reconocerán en el número relativamente reducido de cultivos a que se dedican individualmente (4). Ya se han considerado las sales fertilizantes de uso común (ver pág. 398), y gradualmente se llegará a una "standardización" de la cantidad a aplicar para diferentes cultivos y tipos dados de suelo. Es especialmente importante observar aquí que actualmente ningún diagnóstico de fertilidad es completo si no tiene en cuenta los elementos raros. Mientras uno de ellos se encuentre en defecto, el cultivo no podrá emplear adecuadamente los otros elementos nutritivos, por más que se los aporte en abundancia, o por más favorables que sean las condiciones ambientes. Una ración nutritiva puede ser tan mal equilibrada por la falta de simples vestigios de cinc, por ejemplo, como por la falta de muchos kilogramos de nitrógeno o de potasa.

LA EFICIENCIA DEL SISTEMA.-El sistema de fertilidad que hemos bosquejado es simple y además muy flexible. Las distintas fases se acomodan fácilmente, y serán o no aplicadas en su totalidad de acuerdo a las circunstancias; esto último especialmente con la cal, la potasatasa y los elementos raros. Pero en todos los casos resultará conveniente agregar un fertilizante fosfático a un suelo, y casi siempre debe prestarse atención al nitrógeno y la materia orgánica.

(4) Ver citas al pie de la pág. 397.-

Para demostrar que el sistema que hemos dado es lógico, basta con referirse al análisis químico de un suelo mineral representativo (ver página 22) y recordar lo que se ha dicho respecto a sus necesidades de fertilizantes. Los datos indican que el nitrógeno y el ácido fosfórico son bajos, y que en los suelos comunes la materia orgánica no se encuentra en gran abundancia. El contenido de potasio es alto, mientras que la cal y el azufre pueden o no ser críticos. En base a los conocimientos que tenemos ahora respecto a la cantidad y asimilabilidad de las substancias nutritivas, y a la actividad de los constituyentes orgánicos, puede verse que el sistema está ideado en forma tal que llena cualquier posible deficiencia, y hasta se anticipa, en el caso de los elementos raros, a una futura deficiencia. Pero hay que recordar que en su forma más simple ese sistema representa un tipo de agricultura más extensivo que intensivo, y que, a medida que los cultivos se hacen más intensivos, deberá dependerse cada vez más de los fertilizantes comerciales.

Una cualidad del sistema que merece mencionarse particularmente es la influencia de sus distintas fases sobre la eficiencia de las otras. Esa interrelación es muy importante en la práctica. Por ejemplo, el contenido y actividad del nitrógeno determinan la cantidad de humus que puede conservarse en un suelo. Inversamente, la destrucción de la materia orgánica tiene influencia sobre la movilidad y la asimilabilidad del nitrógeno. Esas relaciones se reconocen en la importancia que se presta a la relación N:C: de modo que el contralor del uno no puede casi conseguirse sin prestar la misma consideración a la otra.

La cal afecta netamente otras fases del sistema. Por su acción sobre los microorganismos del suelo la cal tiene mucha influencia sobre la actividad de la materia orgánica y la asimilabilidad del nitrógeno. En verdad, la energía de las transformaciones que constituyen los ciclos del carbono y del nitrógeno es determinada en grado importante por el calcio. Sin duda la cal también libera potasio directamente, y al acelerar la destrucción orgánica ejerce una influencia indirecta muy decidida. Es bien conocida la importancia de la cal en el ajuste del pH y la eficiencia del superfosfato (ver pág. 390). Recíprocamente el potasio y el fósforo, por la influencia nutricional que éstos tienen sobre las plantas superiores y los microorganismos, hacen que no solamente sea más eficiente la aplicación de la cal a los suelos, sino que influyen además en forma benéfica la actividad del nitrógeno y de la materia orgánica. Aunque no tan bien comprendidos, los elementos raros tienen la misma interdependencia que las demás bases. De modo que la interrelación apropiada de todos esos factores, cuando por casualidad se la consigue, implica en general una condición fisiológica bien equilibrada en el suelo; pero desgraciadamente pocas veces se consigue este ideal en la práctica.

Pero la eficiencia del sitema bosquejado puede comprobarse solamente por medio de ensayos en el terreno mismo, que abarcan un período de tiempo largo. Se dispone de muchos datos en ese sentido, pero son especialmente importantes ciertas experiencias realizadas en la Estación Experimental Agrícola de Ohio, pues muestran netamente la importancia del fósforo incorporado en el superfosfato, y del nitrógeno y de la materia orgánica que aporta el estiércol (ver cuadro XLIX).

CUADRO XLIX.-Influencia del superfosfato y del estiércol sobre los rendimientos de una rotación de máiz, trigo y trébol en la Ohio Agr. Expt. Sta. Promedio de 26 años. El tratamiento completo consistía en residuos de las cosechas, leguminosas, cal, estiércol y superfosfato (5).

(5) Williams, C.G., The Maintenance of Soil Fertility, Bulletin 381, Ohio Agr. Exp. Sta., 325, 1924.-

TRATAMIENTO	Rendimiento medio por hectárea		
	Maíz, hectolitros	Trigo, hectolitros	Heno de trébol, toneladas
1. Tratamiento completo	58,0	24,8	5,85
2. Sin superfosfato	51,5	20,2	4,85
3. Sin estiércol ni superfosfato	32,2	12,4	3,60

Durante 26 años se cultivó maíz, trigo y trébol en el orden indicado, en buenas condiciones de trabajo del suelo y de drenaje, y todos los años se recogía una cosecha de cada uno de ellos. La cal se agregaba en general justamente antes de sembrar el maíz. En el tratamiento completo se aplicó estiércol al maíz, en proporción de 20 toneladas por hectárea, reforzado con unos 150 kilogramos de superfosfato. Las aplicaciones se hicieron en la siguiente forma a la serie de parcelas: residuos de las cosechas, estiércol, cal, leguminosas como un cultivo de la rotación, y superfosfato. Probablemente no había deficiencia de elementos raros. En el segundo grupo de parcelas se excluyó el superfosfato, y en el tercero se excluyeron el superfosfato y el estiércol.

Las deducciones que pueden sacarse de los datos presentados son tan evidentes que no necesitan comentarios, especialmente cuando se sabe que la cal tiene no solamente una influencia favorable y acumulativa sobre este suelo, sino que además favorece mucho al trébol, y que las leguminosas tienden a hacer aumentar los rendimientos de los otros otros cultivos que forman parte de la rotación. Como los rendimientos medios de las parcelas que recibieron el tratamiento completo eran por lo menos un 12% mayores en la última mitad del período que durante la primera, es evidente la conclusión de que en ciertas condiciones el sistema puede aumentar la productividad de algunos suelos durante un número de años.

IMPORTANCIA DE UNA ROTACION APROPIADA PARA CONERVAR LA PRODUCTIVIDAD DEL SUELO.-Aunque se reconoce en todo su valor el beneficio de la utilización de los residuos de las cosechas, de los abonos verdes, de las leguminosas, de la cal, de los fertilizantes y de las operaciones de labranza del suelo, pocas personas conocen los beneficios que pueden obtenerse de una rotación adecuada de los cultivos (6). Esto se debe a que el agricultor común no dispone de medios para medir los beneficios que obtiene al alternar sus cultivos, mientras que la incluencia debida al estiércol o a los fertilizantes comerciales es mucho más visible.

Un estudio de las largas experiencias realizadas en el terreno en los Estados Unidos y en Gran Bretaña nos muestran algunos hechos notablemente importantes respecto a los beneficios obtenidos de una buena rotación (7). Estos serían los siguientes:

1. En general, se ha encontrado que para aumentar los rendimientos del maíz, avena y trigo, las rotaciones de cultivos tienen una eficiencia del 90 por ciento de la del estiércol y los fertilizantes completos, y de un 95 por ciento para mantener los rendimientos de esos tres cultivos mayores.

2. Los beneficios derivados de las rotaciones de cultivos no hacen disminuir los debidos a la aplicación de estiércol y fertilizantes comerciales. En otras palabras, los efectos de las rotaciones son bastantes netos y en ninguna forma reemplazan o hacen innecesaria la aplicación de estiércol o fertilizantes comerciales.

(6) En el Journal of the American Society of Agronomy, vol. XIX, N°6, 1927, pueden encontrarse varios buenos artículos sobre el aspecto práctico de la rotación de cultivos.

Ver también Weir, W.W., Soil Science, J.B. Lippincott Co., Philadelphia, 1936, cap. XXIV.

(7) Weir, W.W., A Study of the Value of Crop Rotation in Relation to Soil Productivity, Bulletin 1377, U.S., Dept. of Agriculture, 1926.

3. Comparando con el estiércol y los fertilizantes comerciales, la influencia de la rotación de cultivos es un 20 por ciento mayor en suelos que contienen una abundancia de cal que en los que no la tienen.

4. En suelos que se encuentran bajo cultivo desde hace mucho tiempo los mejores resultados se obtienen solamente cuando se emplea una rotación de cultivos que comprende una leguminosa, estiércol, y fertilizantes comerciales.

Para datos referentes a los beneficios derivados de una rotación apropiada de cultivos podemos citar nuevamente la experiencia de Ohio, aunque también podrían citarse muchas otras. En esta experiencia se cultivaron separada y continuamente maíz, avena y trigo en el mismo terreno durante 30 años, aplicándose estiércol todos los años en proporción de 12,5 toneladas por hectárea. Al mismo tiempo se cultivaron los mismos en una rotación de 5 años de maíz, avena, trigo y dos años de trébol y tímoti. La rotación recibió unas 40 toneladas de estiércol cada 5 años, repartidas entre el maíz y el trigo. Como esto equivale a un promedio de 8 toneladas anuales solamente, es evidente que los cultivos de la rotación no recibían una fertilización artificial tan fuerte como los contínuos. Los datos se dan el Cuadro L.

CUADRO L.- Influencia comparada de cultivos contínuos y rotación sobre los rendimientos. Ohio Agr. Expt. Sta. Promedio de 30 años ([8]).

Tratamiento	Rendimientos en hectolitros por hectárea.		
	Maíz	Avena	Trigo
Cultivo continuo	29,6	33,0	17,0
Cultivo en rotación	45,0	38,4	20,6

Esos resultados no necesitan comentario, salvo sugerir que los cultivos realizados en orden probablemente utilizan las substancias nutritivas del suelo en una forma más económica que no continuadamente, y que los cultivos de la rotación fueron sin duda muy beneficiados por el trébol. Esta leguminosa no solamente toma nitrógeno del aire, si posee una nodulación satisfactoria, sino que además activa los constituyentes del suelo.

GENERALIZACION SOBRE FERTILIDAD.-El sistema expuesto tan brevemente en las páginas anteriores es simplemente un grupo de prácticas ideadas para conservar, por lo menos en parte, la productividad de un suelo mineral, cuando se las correlaciona apropiadamente. En algunos casos se utilizan todas esas prácticas, y en otros solamente algunas de ellas. Como generalmente hay que prestar atención al nitrógeno, fósforo y materia orgánica, especialmente para los cultivos mayores y las hortalizas, el sistema está concebido sobre la base de una posible deficiencia de esos elementos.

En la agricultura general y la especializada para lechería una de las combinaciones más simples y más satisfactorias que pueden hacerse de los distintos factores que influyen la fertilidad del suelo son los residuos de las cosechas, las leguminosas, el estiércol y el superfosfato. La cal puede o no ser necesaria, y algunas veces son útiles los abonos verdes. El empleo de un fertilizante comercial completo en lugar del superfosfato o juntamente con él, dependerá de las circunstancias. También debería prestarse atención a la deficiencia de elementos raros. Pero cualquiera que sea la combinación empleada, su eficiencia aumentará con una rotación apropiada de los cultivos.

([8]) Williams, C.G., The Maintenance of Soil Fertility, Bulletin 381, Ohio Agr.Expt.Sta., 296-331, 1924.-

Para la producción intensiva de hortalizas generalmente se depende de fertilizantes comerciales completos aplicados en abundancia. Con algunos otros cultivos, las únicas consideraciones erias que deben hacerse son un aporte adecuado de nitrógeno y la conservación de la materia orgánica del suelo; éste es el caso para la producción de manzanas en los suelos de tipo mediano y algo más pesado. Y para otros cultivos, como ser papa y tabaco, lo más importante es la potasa y el ácido fosfórico.

El objetivo final que se persigue en la utilización del suelo es obtener una productividad satisfactoria, y ese esquema es simplemente una coordinación de prácticas y manipulaciones ideadas para conseguir ese objetivo. El manejo de la fertilidad del suelo es por lo tanto una aplicación práctica de la edafología, y debe basarse en un conocimiento completo de la naturaleza y de las propiedades de los suelos y de su relación con las plantas superiores.

ooo - ooo

FACTORES DE LA ECUACION

La nueva ecuación refleja la influencia de todos los factores principales que se sabe influyen en la erosión por la lluvia. La ecuación es la siguiente:

(Pérdida Suelo*) A= RKLSCP (lluvia x erosionab. x long Pend x Gr. Pend x Sist. Cult. x Gr. Cons.)

A= la pérdida média anual de suelo en toneladas por unidad de superficie, predicha mediante la ecuación,

R= el factor lluvia,

K= el factor erosionabilidad del suelo,

L= el factor longitud del declive,

S= el factor pendiente del declive,

C= el factor cultivo y ordenación,

P= el factor práctica de conservación del suelo (cultivo en terrazas, cultivo en fajas, cultivo a nivel).

A continuación se expone el modo en que estos factores influyen en la erosión y cómo se han establesido los equivalentes numéricos de estos factores. También se estudian los valores de la tolerancia de pérdida de suelo para diferentes suelos. Estos valores son necesarios porque la educación de predicción de la pérdida de suelo sirve de guía para contribuir a establecer planes de aprovechamiento y ordenación de la tierra que mantengan las pérdidas de suelo dentro de límites permisibles. Los valores de la tolerancia de la pérdida de suelo expresan estos límites para cada suelo. Por último, se presentan ejemplos que ilustran la manera de utilizar la ecuación para resolver un problema característico de erosión.

EL FACTOR LLUVIA (R)

El factor lluvia (R) es un índice numérico que expresa la capacidad de la lluvia que se supone ha de caer en una localidad para erosionar el suelo de un terreno sin proteger (en barbecho). Su definición resultó posible cuando se ideó un método para calcular el potencial de erosión de un aguacero, en un modo que la relacionaba con la erosión ocasionada en un suelo en barbecho.

Para hallar una medida apropiada del potencial de erosión de un aguacero, los técnicos del Agricultural Research Service, de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos, analizaron gran cantidad de

---

* Tomado de: LA EROSION DEL SUELO POR EL AGUA - FAO: Cuadernos de fomento agropecuario.

datos de pérdidas de suelo y datos pluviométricos pertinentes. De este análisis dedujeron que cuando todos los factores menos la lluvia permanecen constantes, las pérdidas de suelo ocasionadas por los aguaceros en los terrenos cultivados son directamente proporcionales al valor del producto de dos características del aguacero: (a) su energía cinética total, y (b) su intensidad máxima en 30 minutos. Este producto es un término recíproco que mide el efecto de la manera particular en que la erosión por salpicadura y la turbulencia se combinan con el escurrimiento para llevarse del terreno las partículas de suelo separadas de éste.

Este producto energía por intensidad, o valor EI, se considera el indicador más exacto hallado hasta ahora para medir el potencial de aguacero que causa erosión en un suelo en barbecho. Más específicamente el valor EI es el producto de la energía cinética de un aguacero, expresada en kilográmetros por milímetro de lluvia sobre una hectárea, y su intensidad máxima en 30 minutos se expresa en milímetros por hora. Los valores de la energía se pueden tomar de un tabla de la energía de la lluvia (Cuadro 2). Los de la intensidad en 30 minutos se calculan de las gráficas de los pluviógrafos.

Experimientalmente se ha visto que los valores del producto EI explicaban 72 a 97 por ciento de la variación en las pérdidas por cada aguacero en suelos en barbecho continuo en los Estados norteamericanos de Misuri, Iowa, Wisconsin, Ohio, Nueva York y Carolina del Sur. Cuando se los comparó con los datos recogidos en parcelas sometidas a cultivo continuo en hilera durante diez o más años y situadas en cuatro localidades muy separadas entre sí, los valores EI explicaban de 72 a 85 por ciento de la variación en la pérdida de suelo en período correspondientes.

La suma de los valores EI de cada aguacero durante un período de tiempo determinado proporciona un cálculo numérico de poder de erosión de la lluvia en este período. Por consiguiente, sumando los valores UI de los aguaceros que caen en un año en una localidad dada se obtendrá el valor anual del producto EI para dicha localidad. El total anual de los valores EI se denomina "índice de erosión pluvial".

Se han calculado índices de erosión pluvial para varias localidades de los Estados Unidos, sirviéndose para ello de los datos pluviométricos recogidos en períodos comprendidos entre 22 y 25 años. Para hacer el cálculo se sumaron los valores EI de todos los aguaceros* caídos en una localidad y la suma se dividió por el número de años en que se recogieron datos, obteniéndose así un índice medio anual de erosión

---

* Unicamente se consideraron los aguaceros en que cayeron al menos 13mm de lluvia.

pluvial. Este índice puede utilizarse como factor lluvia R en la ecuación de predicción de la pérdida de suelo para calcular la pérdida media anual de suelo.

En la Figura 91 se muestran los índices de erosión pluvial hallados para el sudeste de los Estados Unidos. Los valores de los índices se representan mediante el empleo de líneas que unen los puntos que poseen el mismo índice medio anual de erosión pluvial. Los valores correspondientes a las localidades no situadas en inguna de estas líneas se pueden obtener por interpolación lineal.

El campo de variación aproximado de los índices medios amuales de erosión pluvial para gran parte de los Estados Unidos oscila entre menos de 50 en las planicies semiáridas del oeste y más de 600 en los Estados ribereños del Golfo de México. Más concretamente, estos índices varían entre 50 y 150 en Dakota del Norte, Dakota del Sur y la parte oriental de los Estados de Colorado y Nuevo México. La variación está comprendida entre 75 y 250 en los Estados centro-septentrionales y nor-orientales, y entre 150 y 600 en los del sudeste.

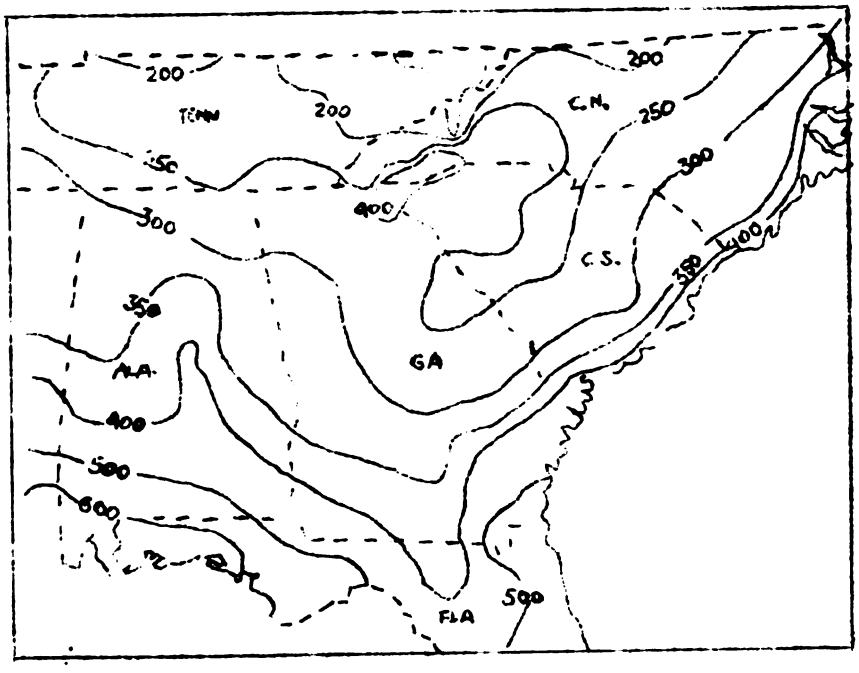


Figura 91. Mapa del sudeste de Estados Unidos en que se muestran las líneas que unen los puntos que tienen igual índice medio anual de erosión pluvial. Los números que figuran en cada línea expresan el valor de este índice en los puntos que ella une.
(Fuente: USDA, Agricultural Research Service. ARS 21-61. 1961)

EL FACTOR EROSIONABILIDAD DEL SUELO (K)

Este factor refleja el hecho de que los suelos de tipos diferentes se erosionan con velocidad distinta mientras que los demás factores que intervienen en la erosión son constantes. Las propiedades físicas del suelo influyen grandemente en la velocidad con que erosionan los distintos suelos. Entre estas propiedades del suelo algunas de las más importantes son: la textura, la magnitud y la estabilidad de la estructura, el tipo de la arcilla, la permeabilidad y la infiltración, el contenido de materia órgánica y el espesor. Algunas fases de suelos gravemente erosionadas son más erosionalbes que las fases del mismo suelo poco o medianamente erosionadas. En otros suelos ocurre exactamente lo contrario. Por consiguiente, a veces se atribuyen a las fases erosionadas factores diferentes de los que se atribuyen a las relativamente sin erosionar.

El factor K en la ecuación de predicción de la pérdida de suelo representa las toneladas de pérdida de suelo por hectárea por unidad de índice de erosión pluvial para una pendiente de 9 por ciento y una longitud de 22,1 metros*. Este factor expresa la pérdida en barbecho continuo sin la influencia de cubierta vegetal o de ordenación alguna.

La influencia del tipo de suelo se ha evaluado hasta ahora para ocho suelos para cuyo barbecho se disponía de datos (Cuadro 11). Estos suelos, con sus factores K, deducidos de mediciones de la pérdida de suelo en condiciones conocidas, sirven de término de comparación para otros suelo. Además, datos de doce suelos más, deducidos de mediciones de la pérdida de suelo y de agua, se ajustaron para pasarlos de las condiciones de cultivo a las de barbecho y se emplearon para determinar los factores K.

Como los factores K sólo se han determinado experimentalmente en unos pocos suelos, habrá que determinar estos factores K en otros suelos. Los valores conocidos sirven de orientación. Para determinar el factor K del suelo de un Estado o un grupo de Estados de los Estados Unidos, el procedimiento usual consiste en estudiar primeramente algunos de los suelos principales, comenzando con los menos erosionalbes y terminando con los más erosionables. Generalmente los suelos de arenas

---

* La pendiente de 9 por ciento y la longitud de 22,1m se ha escogido arbitrariamente como término de comparación. Se utilizan estos valores en la ecuación de la pérdida de suelo porque representan las dimensiones más comunes de estas magnitudes en los estudios en parcelas que han proporcionado la mayoría de los datos registrados de pérdida de suelo.

gruesas, permeables y profundos, los suelos pedregosos y otros semejantes pertenecen al grupo de los suelos menos erosionalbes. Los suelos arenosos poco profundos con subsuelo impermeable (rocoso o arcilloso) son con frecuencia los más erosivos. Por lo general, bastan cinco o diez factores de suelo diferentes para abarcar todos los necesarios en u un grupo de Estados para reflejar debidamente las diferencias en la erosionabilidad del suelo.

Los valores de K que se emplean actualmente no se consideran completamente exactos, por lo que se prosiguen las investigaciones para definir este factor K de modo más preciso y llegar a valores más exactos que los hoy en uso.

Cuadro 11. - Factores K de los suelos que se indican en Estaciones de Escurrimiento y Erosión sitas en Estados Centro-Septentrionales de los Estados Unidos*

Localidad	Tipo de suelo	Número de años con datos de las parcelas	Pendiente (tanto por ciento)	Longitud del declive	Factor K
				m	t/ha
Bethany, Mo.	Franco-limoso Shelby	63	8	22,1	0,92
Castana, Ia.	Franco-limoso Ida	17	12	22,1	0,58
Clarinda, Ia.	Franco-limoso Marshall	57	9	22,1	0,74
Hays, Kan.	Franco-arcilloso Colby	17	5	22,1	0,72
La Crosse, Wis.	Franco-limoso Fayette	48	16	22,1	0,83
Madison, Wis.	Franco-limoso Dodge	15	8	60,9	1,12
McCredie, Mo.	Franco-limoso México	88	3	27,4	0,68
Zanesville, Ohio.	Franco-limoso Muskingum	34	8-12	22,1	1,07

* Según un informe de un cursillo de predicción de la pérdida de suelo celebrado en Lincoln, Nebraska, E.U.A. en 1961.

EL FACTOR LONGITUD Y PENDIENTE DEL DECLIVE (LS)

Investigaciones hecha en los Estados Unidos acerca de la erosión del suelo han proporcionado datos para expresar matemáticamente la relación que existe entre la pérdida de suelo y la pendiente y la longitud del declive (véase Capítulo 3).

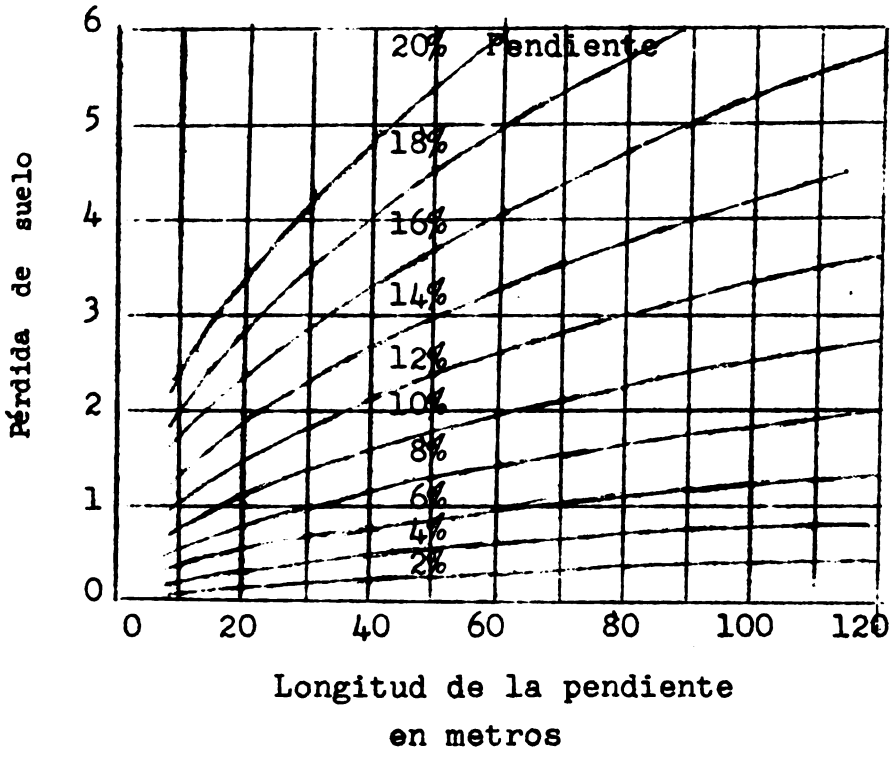


FIGURA 92. Gráfica para ajustar la pérdida de suelos con la longitud y la pendiente del declive.
(Fuente: USDA, Agricultural Research Service. ARS 22-66.1961)

La resolución de la ecuación de pérdida de suelo se facilita combinando las ecuasiones de la longitud y la pendiente del declive* Los valores empleados en la ecuación son relaciones entre la pérdida para una pendiente y una longitud del declive determinadas y los valores, arbitrariamente elegidos, de 9 por ciento para la pendiente y 22,1m para la longitud del declive. La familia de curvas que se presenta en la Figura 92 se ha preparado para su uso en la resolución de la ecuación de la pérdida del suelo.

Estas relaciones del declive no se consideran enteramente satisfactorias. Existen pruebas de una acción mutua del factor longitud con las características del suelo que influyen en el escurrimiento, el índice de erosión pluvial y la pendiente del declive. Es sabido que el factor pendiente del declive tiene relación mutua con prácticas como el cultivo siguiendo las curvas de nivel, y que puede tenerla con otros factores. Estos problemas son actualmente objeto de estudio, por lo que

---

* $SL + \sqrt{\frac{L}{100}}\ (1{,}36 + 0{,}97s + 0{,}138s^2)$.

S es la pendiente del declive y L es la longitud del declive en metros
SL es una relación entre la pérdida de suelo para una pendiente de un porcentaje y una longitud del declive determinadas y la pérdida de suelo para una pendiente de 9 por ciento y una longitud de 22,1 m.

los factores LS se cambiarán siempre y cuando la experimentación demuestre la necesidad de esta variación.

EL FACTOR CULTIVO Y ORDENACION (C)

Anteriormente se ha dicho que el valor fundamental par la ecuación de la pérdida de suelo es la pérdida media anual de suelo en un barbecho continuo. Este valor fundamental se expresa cuantitativamente para condiciones reales determinadas mediante el producto de los términos R,K,L y S. Pero, cuando un campo se cultiva, la pérdida de suelo en él se reduce, porque con el cultivo se le proporciona una cierta protección contra la erosión. El barbecho, en cambio, ofrece poca o ninguna protección al suelo.

Por consiguiente, para su empleo en la ecuación de la pérdida de suelo, el factor cultivo y ordenación C es la relación esperada entre la pérdida de suelo en un terreno cultivado en condiciones específicas y la perdida correspondiente de suelo en barbecho continuo. Esta comparación se hace suponiendo que son semejantes las condiciones de suelo, pendiente y lluvia.

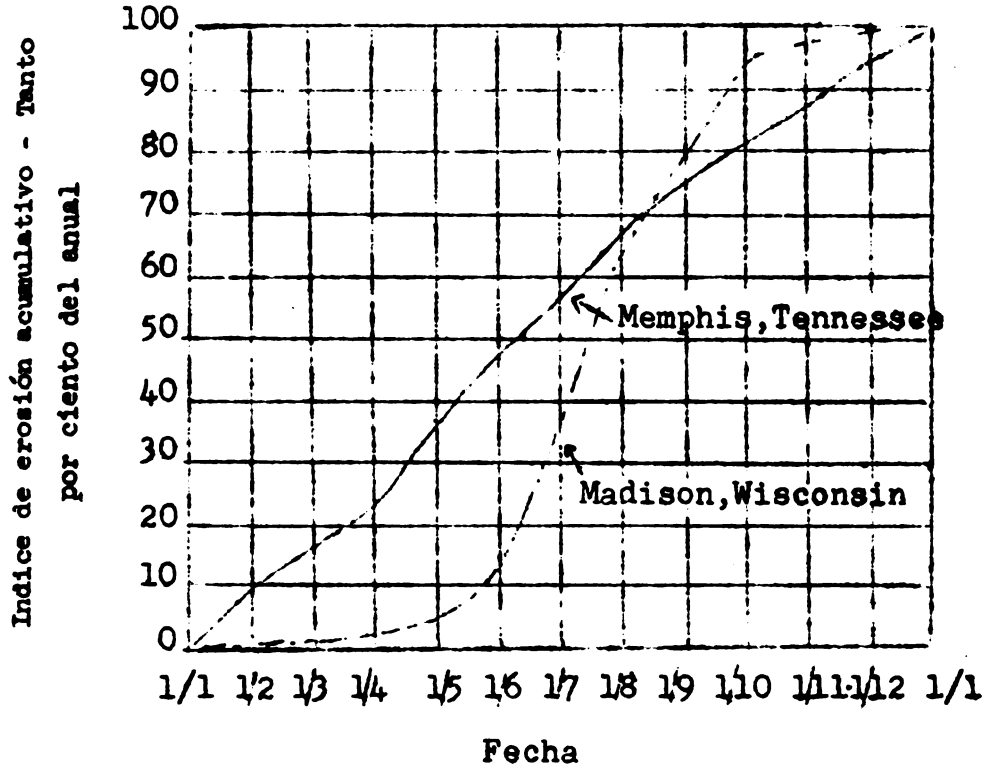
La influencia del cultivo y de las prácticas de cultivo sobre la erosión depende de muchos factores. Entre éstos figuran el tipo de cultivo, la calidad de la cubierta vegetal y el desarrollo radical, la absorción de agua por las plantas en crecimiento, la cantidad de restos de cultivos precedentes enterrados, etc. Es también importante el que estas condiciones difieren el el período que va desde la siembra hasta la recolección. Análogamente, también difiere la distribución de las lluvias erosivas a lo largo del año. Por ello, la eficacia del poder antierosivo de cada cultivo y de cada práctica de cultivo se valora con arreglo a cinco perióods correspondientes a otras tantas fases del cultivo. De esta manera, la eficacia de cada fase del desarrollo del cultivo se relaciona con la intensidad de las lluvias posibles en el período correspondiente a la fase en una localidad determinada.

Los cinco períodos correspondientes a cinco fases del cultivo, basados en la uniformidad relativa del efecto de la cubierta vegetal y de los restos dentro de cada período, son los siguinete:

0 Barbecho preparativo. Desde la aradura hasta la siembra.

1 Sementera. Desde la siembra hasta un mes después de ésta.

2 Fijación. Desde un mes después de la siembra (excepción: para los cereales sembrados en otoño, el período 2 abarca el invierno y se prolonga hasta el 30 de abril en el norte y hasta el 1 de abril en el sur, con valores intermedios en las latitudes intermedias.)



NOTA: En la línea de la fecha, escríbase primero el día y luego el mes. P.ej.: 1/2 significa 1 de febrero.

FIGURA 93. Gráfica en que se representa cómo el índice medio anual de erosión pluvial de una localidad determinada puede distribuirse mes a mes en tanto por ciento. Se trata de la "Curva No. 1 para los estados sudorientales", que es válida para todo el Tennessee al oeste de los montes Cumberland, el noroeste de Alabama y todo el Misisipí, exceptuada la parte sudeste. Es la curva de los Estados Unidos que más se aproxima a una recta. Las curvas de la mayoría de las localidades tienen forma de S, como la curva de trazos, correspondiente a Madison, Wisconsin, que se representa aquí.

(Fuente: USDA, Agricultural Research Service. ARS 22-66. 1961)

3 Período vegetativo. Desde el período 2 hasta la recolección de la cosecha.

4 Restos o rastrojos. Desde la resolección de la cosecha hasta la aradura o la nueva sementera.
(Cuando se establecen praderas en campos de cereales de grano pequeño, el período 4 para los cereales termina dos meses después de la recolección de los cereales. Después de la recolección de los cereales. Después se le clasifica como "pradera establecida").

Se han calculado, para cada uno de los cinco períodos de las fases del cultivo y para cada cultivo particular en diversas combinaciones de sucesiones de cultivos y de nivel de productividad, relaciones de las pérdidas de suelo, es decir, relaciones entra las pérdidas en parcelas cultivadas y las correspondientes en parcelas en barbecho continuo.

Para aplicar las relaciones de las pérdidas de suelo, para obtener valores el factor C, las relaciones deben combinarse con los datos relativos a la lluvia. Para ello se han caracterizado los regímenes pluviales de distintas localidades y se han preparado gráficas en que se indica el porcentaje probable de distribución del índice medio anual de erosión pluvial (EI) por meses. Como ejemplo de esto, se reproduce una de estas gráficas en la fifura 93. De estas gráficas se obtiene el porcentaje del valor de EI para un período determinado de fase del cultivo, porcentaje que se aplica a la relación de pérdida de suelo correspondiente a dicho período para obtener un valor de C.

El procedimiento de determinación del factor C se ilustra mediante el ejemplo que se presenta en el Cuadro 12. El cultivo y la ordenación son una rotación de cuatro años de cultivos en la sucesión avena de otoño, pradera de gramíneas y leguminosas, maíz, maíz. Los rendimientos de la pradera son por término medio unas 4,5 toneladas métricas por hectárea y los de maíz (con 14,5 por ciento de humedad) unos 2.824 Kg por hectárea; los de avena son pequeños, y todos los restos de los cereales y del maíz se dejan en el terreno.

Como se indica en el Cuadro 12, el factor C en este caso es 71,4 por ciento. Al dividirlo por 4, da 17,9 por ciento, lo que significa que las pérdidas medias anuales de suelo en un terreno cultivado y ordenado de este modo serían 17,9 por ciento de las que ocurrirían en el mismo terreno dejado en barbecho.

FACTOR PRACTICAS DE CONSERVACION (P)

Investigaciones efectuadas en La Crosse (Wisconsin), Bethany (Misuri), y Urbana (Illinois) han proporcionado la mayoría de los datos que se emplean para evaluar el efecto de las prácticas de conservación sobre la erosión del suelo por el agua. Las prácticas que se estudiaron fueron principalmente el cultivo siguiendo las líneas del nivel, el cultivo en terrazas y el cultivo en fajas. Estas investigaciones, junto con la experiencia adquirida durante muchos años en el trabajo en el campo, se han aprovechado para establecer los valores del factor prácticas de conservación que se usan en la ecuación de la pérdida de de suelo.

Cuadro 12.- Ejemplo de Evaluación del Factor Cultivo y Ordenación (C)[1]

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Cultivo y Ordenación	Relación de pérdida de suelo[2]	Fecha en que se inicia cada segmento	Porcentaje del índice de erosión anual: De enero hasta la fecha indicada[3]	Porcentaje del índice de erosión anual: Cada segmento[4]	Valor del factor C[5] (o/o)
Pradera	0,006	1/8	66		
Pradera		1/3	15	49	
		1/3	15	100	9
Primer maíz					
Barbecho preparativo	0,15	1/4	24	9	
Primeros 30 días después de la siembra	0,32	1/5	35	11	
Desde los 30 a los 60 días después de la siembra	0,30	1/6	46	11	
Desde 60 días de la siembra a la recolección.	0,19	1/10	81	35	
De la recolección a la aradura o sementera siguiente.	0,30	1/3	15	34	25
Segundo maíz					
Barbecho preparativo	0,42	1/4	24	9	
Primeros 30 días después de la siembra.	0,57	1/5	35	11	
De 30 a 60 días después de la siembra.	0,49	1/6	46	11	
De 60 días de la siembra hasta la recolección.	0,28	1/10	81	35	25,2
Avena					
Primeros 30 días después de la siembra.	0,58	1/11	87	6	
Después de 30 días de la siembra al 1 de abril.	0,35	1/4	24	37	
Desde el 1 de abril hasta la recolección del grano.	0,15	1/6	46	22	19,7
De la recolección hasta 60 días después de ella.	0.03	1/8	66	20	0,6
TOTAL		4 años	---	400	71,4
Media anual				100	17,9

Cuadro 12.-

1 Según: Soil-loss estimation in the Southeast, (Cálculo de las pérdidas de suelo en el sudeste), informe mimeografiado de un cursillo práctico ARS-SCS celebrado en Athens, Georgia, los días 12 y 13 de abril de 1960.

2 Relación probable de pérdida de suelo entre la ocurrida con un cultivo y una ordenación determinados y la pérdida correspondiente en un barbecho continuo en igual suelo e igual pendiente y bajo una lluvia semejante.

3 Estos valores son los que da la curva representada en Figura 93 en cada una de las fechas indicadas en la columna (3).

4 Estos valores se obtienen restando el valor del porcentaje del índice correspondiente a la fecha de inicio del segmento del valor que corresponde a la fecha de inicio del segmento siguiente y que figuran en la columna (4), cuando ambas fechas son de un mismo año, y restando de 100 el primer valor y sumando al resto el valor del segundo, cuando son de años sucesivos.

5 El factor C se halla multiplicando los valores de la columna (2) por los de la columna (5), línea a línea, y sumando los productos parciales.

CUADRO 13. - Valores del Factor Prácticas de Conservación (P) para el Cultivo a Nivel y en Fajas siguiendo las Líneas de Nivel[1]

Porcentaje de la pendiente	Valores del factor prácticas de conservación (P)	
	Cultivo a nivel	Cultivo en fajas siguiendo las curvas de nivel [2]
1,1 - 2,0	0,60	0,30
2,1 - 7,0	0,50	0,25
7,1 - 12,0	0,60	0,30
12,1 - 18,0	0,80	0,40
18,1 - 24,0	0,90	0,45

1 Estos valores se calcularon en un cursillo celebrado en Lafayette, Indiana, en 1956

2 Los valores para el cultivo en fajas siguinedo las líneas de nivel se usan generalmente para el factor cultivo en terrazas en la ecuación de predicción de la pérdida de suelo.

En un cursillo celebrado en Lafayette, Indiana, en 1956, se calcularon los valores del factor prácticas de conservación para el cultivo a nivel y en fajas siguiendo las líneas de nivel, actualmente en uso. También en este cursillo se recomendaron los factores cultivo en fajas para el cultivo a nivel en terrenos con terrazas. Dichos valores se presentan en el Cuadro 13.

En la determinación del valor del factor longitudinal del declive, para la ecuación de predicciones de la pérdida de suelo por erosión, interviene la longitud del declive del terreno, [4] tanto en caso del cultivo a nivel como en el del cultivo en fajas siguiendo las curvas de nivel. Pero en el caso del cultivo en terrenos con terrazas, se usa la distancia recomendada entre terrazas (separación horizontal) en vez de la longitud del declive del terreno.

Parece ser que el cultivo siguiendo las curvas de nivel produce su máximo efecto medio en los terrenos con pendiente mediana (2 a 7 por ciento). En este caso, las pérdidas de suelo en el cultivo siguiendo las curvas de nivel con aproximadamente la mitad de las que ocurren en el cultivo hecho perpendicularmente a estas curvas. A medida que la pendiente del terreno disminuye desde los valores medios jasta cero, la eficacia del cultivo a nivel para reducir las pérdidas de suelo, en comparación con el cultivo hecho en otras direcciones, se hace cada vez menor, hasta que, cuando la pendiente vale cero, el cultivo tiene la misma eficacia, cualquiera que sea la dirección en que se le haga. Cuando la pendiente crece desde los valores medios hasta los grandes, la capacidad de los surcos a nivel para retener el agua va disminuyendo, hasta el punto de que, cuando la pendiente es grande, los surcos tienen muy poca capacidad de retención del agua o del suelo. Además, el cultivo siguiendo la líneas de nivel proporciona una protección casi completa contra los aguaceros aislados poco intensos, pero es poca o ninguna la que proporciona contra los aguaceros fuertes, que causan gran destrozo en los surcos.

En el cultivo en fajas, se alternan fajas de praderas con fajas de cereales. Las primeras hacen más lento el flujo del agua de escurrimiento y retienen el suelo arrancado por la erosión de las fajas de cereales o labradas. El sistema de cultivo que se sigue usualmente es la sucesión maíz-cereales pequeños- dos años de pradera, con fajas de una anchura aproximadamente igual a la recomendada en el caso de las terrazas. La erosión que ocurre en los terrenos cultivados en fajas oscila, por término medio, entre 45 y 25 por ciento del valor probable de la erosión en el cultivo perpendicularmente a las curvas de nivel, y depende también de la inclinación del declive. Estos valores son la mitad de los que corresponden al cultivo en surcos siguiendo las curvas de nivel. Cuando se usan sucesiones de cultivo menos eficaces, por ejemplo: maíz-maíz-avena-pradera, se recomienda aumentar el factor

---

4) La longitud del declive de un terreno se define como la distancia desde el punto de origen del flujo de agua sobre el terreno hasta: (a) el punto donde la pendiente disminuye en modo tal que comienza el depósito, o (b) hasta el punto donde el agua de escurrimiento penetra en un surco bien definido, que puede pertenecer a una red de avenamiento, o puede ser un cauce de una terraza o un cauce de desviación.

cultivo en fajas hasta 75 por ciento del correspondiente al cultivo siguiendo las líneas de nivel.

Las terrazas interceptan el flujo de agua que desciende por los declives del terreno antes de que este flujo adquiera velocidad bastante para dañar el suelo. El que se salve suelo se debe a la menor longitud del declive y al depósito de suelo en el cauce de la terraza. Por consiguiente, cuando se emplea el factor cultivo en fajas en vez del factor cultivo en terrenos con terrazas en la ecuación de predicción de la pérdida de suelo, parte del suelo que se deposita en el cauce de las terrazas no se considera sueloperdido, Esto está de acuerdo con el cultivo en fajas siguiendo la líneas de nivel, caso en que el suelo que se deposita en las fajas de césped no se considera perdido.

Cuando se desee un mínimo de sedimentación de limo en el cauce de una terraza, podrá usarse el factor cultivo siguiendo las curvas de nivel en vez del factor cultivo en fajas para calcular la pérdida de suelo, suma de las debidas al cultivo a nivel y al cultivo en terrazas. Esto requerirá el empleo de rotaciones de cultivo que produzcan pérdidas menores de suelo y se traducirá prácticamente en un desplazamiento menor de suelo hacia los cauces de las terrazas y en un mayor grado de conservación del terreno con terrazas. Además, se recomienda que cuando la ecuación de predicción de la pérdida de suelo se utilice para calcular la pérdida global de sueloen los estudios de sedimentación, se use un factor práctica de cultivo en terreno con terrazas equivalente a 20 por ciento del factor cultivo siguiendo las curvas de nivel.

TOLERANCIA DE PERDIDA DE SUELO

La tolerancia de pérdida de suelo es la cantidad de suelo, expresada en toneladas por unidad de superficie, que un suelo puede perder sin dejar por ello de conservar todavía durante largo tiempo un gran índice de productividad. Esta tolerancia refleja la máxima pérdida de suelo que puede consentirse alcanzando todavía el grado de conservación necesario para mantener una producción económica en un período futuro previsible, con los medios técnicos actuales.

Antes de que la ecuación de predicción de la pérdida de suelo pueda utilizarse para elegir los sistemas de cultivo o las prácticas auxiliares pertinentes, hay que establecer los valores de la tolerancia de pérdida de suelo para los terrenos de que se trate. Actualmente estos valores se obtienen por el cálculo, y pueden variar entre 2 toneladas y 12,5 toneladas por hectárea, según el tipo de suelo, el espesor de éste y diversas propiedades físicas del mismo. Por lo general, una

pérdida de 12,5 toneladas por hectárea y año es tolerable en los suelos de gran espesor, permeables y bien avenados (suelos limosos profundos). Una pérdida de 2 a 4 toneladas de suelo por hectárea se puede consentir en los suelos con subsuelo desfavorable, como los que presentan poco espesor hasta la roca subyacente. En los demás suelos se toleran pérdidas intermedias entre estas dos.

Al establecer los límites de las pérdidas de suelo que pueden tolerarse para cada tipo de suelo debe tenerse en cuenta lo siguiente:

1. Hay que mantener un espesor adecuado del suelo, favorable para la producción agrícola y forestal durante largo tiempo. Debe tenerse presente el efecto de la erosión del suelo sobre los rendimientos de los cultivos en los suelos de que se trate.

2. Las pérdidas de suelo han de ser inferiores a las que ocasionan una grave formación de surcos y la formación de cárcavas.

3. Las pérdidas de suelo deben ser inferiores a las que causan un considerable aterramiento en los cauces de desagüe, los cauces de las terrazas, las zanjas de avenamiento, cunetas de las carreteras, etc.

4. Debe pensarse en reducir el escurrimiento y favorecer la absorción de agua para que el suelo retenga más agua para uso de las plantas, especialmente durante los períodos de lluvias escasas.

5. La erosión ocasiona, por la denudación o el aterramiento, pérdidas de semillas, lo que se traduce en sultivos pobres. Las pérdidas de suelo no deben llegar al punto en que esto constituya un problema grave.

No debe olvidarse que la ecuación de predicción de la pérdida de suelo expresa esta pérdida para un sistema de cultivo determinado. En un sistema de cultivo, la pérdida de suelo puede ser de 22 a 34 toneladas por hectárea el año en que el terreno se dedica al cultivo limpio, y de menos de una tonelada por hectárea el año en que se le dedica al cultivo de gramíneas o de gramíneas y leguminosas. La pérdida tolerable en un suelo determinado se calcula tomando como base una pérdida media para todos los años que se efectúe el sistema de cultivo, que no exceda de 12,5 toneladas por hectárea y año.

Generalmente se dan dos valores de la tolerancia para cada tipo de suelo, según el grado de erosión del terreno. Para un suelo determinado, poco erosionado, el valor de la tolerancia de pérdida de suelo puede ser 9 toneladas por hectárea. Pero, para este mismo suelo, erosionado en grado entre moderado y severo, este valor puede ser 7 toneladas por hectárea.

COMO SE APLICA LA ECUACION

Los ejemplos siguientes muestran el modo de aplicar la ecuación en el condado de Maury (Tennessee).

El Condado de Maury, en el oeste de Tennessee, tiene un índice de erosión pluvial (factor R) de 240.

El suelo es un suelo franco ascillo-limoso Maury: su erosionabilidad (factor K) es 0,76 (en unidades métricas).

La longitud del declive del terreno es 61 m y la pendiente media 9 por ciento. El factor LS es, pues, 1,7.

El cultivo y la ordenación en los años últimos han sido una rotación de tres años de trigo, prado, maíz, dando 2.511 Kg de maíz por hectárea (el rastrojo se dejó en el terreno) y de 2 a 4,5 toneladas de hierba por hectárea; el factor C es, por lo tanto, de 0,09.

En este terreno se prectic6 el cultivo en hileras rectas perpendicularmente a la pendiente, por lo que el factor P, para el cálculo inicial, es 1.

La tolerancia de pérdida de suelo (T) establecida para el suelo de este terreno es 9 toneladas por hectárea y año.

EJECUCION DEL CALCULO INICIAL

Se supone que el terreno va a estar inicialmente en barbecho continuo labrado. Por ello, los factores cuyos efectos deben considerarse inicialmente con R, K, y LS, es decri lluvia, erosionabilidad del suelo y longitud y pendiente del declive. Multiplicando entre sí los valores dados anteriormente de estos factores resulta que, por término medio, 310 toneladas de suelo por hectárea y año se perderían por erosión en este terreno si se le mantuviese continuamente en barbecho labrado.

MODIFICACION DEL CALCULO INICIAL

Pero como el terreno cultivado y ordenado tiene un factor C que vale 0,09, la erosión probable sería únicamente el 9 por ciento de 310 toneladas, o sea 27,9 toneladas de suelo por hectárea y año, es decir, una pérdida de suelo superior en tres veces a la que puede tolerarse. El problema está ahora en hallar los medios de combatir la erosión que reduzcan la probable pérdida anual de suelo hasta 9, o menos, toneladas por hectárea.

CONSIDERA ION DEL CULTIVO A NIVEL Y DEL CULTIVO EN FAJAS

El factor cultivo a nivel P para una pendiente de 9 por ciento es 0,60. Este valor, multiplicado por 27,9 da 16,7 toneladas por hectárea, cifra que es todavía aproximadamente dos veces mayor que la tolerancia establecida.

Consideremos ahora el cultivo en fajas combinado con el cultivo a nivel. En este caso el factor P vale 0,30 cifra que, multiplicada por 27,9 da 8,4 toneladas por hectárea, lo cual está dentro de la tolerancia de pérdida anual de suelo establecida para este terreno. Queda, pues, demostrado que el agricultor puede proseguir el mismo sistema de cultivo y ordenación e incluso reducir la pérdida de suelo de su terreno hasta una magnitud inevitable si practica el cultivo en fajas a nivel. La rotación trienal en este ejemplo es la mínima rotación en que entran las praderas adaptable para el cultivo en fajas. La adición de un segundo año de cultivo de praderas, de modo que haya una faja de césped más abajo de cada faja de cereales y que las fajas de maíz y cereales pequeños estén en terrenos separados, proporciona un sistema que se adapta mejor para la ganadería, al tiempo que se aumenta la eficacia de la lucha contra la erosión.

CONSIDERACION DEL CULTIVO EN TERRAZAS

El valor del factor P en el caso del cultivo en terrazas combinado con el cultivo a nivel de un terreno de 9 por ciento de pendiente es también 0,30 si no se considera suelo perdido todo el suelo que se deposita en el cauce pero, en este caso, hay que variar la longitud del declive para ajustarla a la separación horizontal recomendada entre terrazas que, para una pendiente de 9 por ciento, es de 16 m.(5). El valor LS para una pendiente de 9 por ciento y una longitud del declive de 16 m, es de 0,85 y este valor remplaza al de cálculo inicial de 1,7. El cálculo inicial da, en este caso, 155 toneladas, es decri, que ésta será la probable pérdida anual de suelo en este terreno, si se hacen en él terrazas de pendiente 9 por ciento y longitud del declive 16 m, manteniendo un barbecho continuo labrado. Multiplicado 155 por 0,09 (factor C para el cultivo y la ordenación dados) y por 0,30 (factor P para el cultivo en terrazas y pendiente 9 por ciento) se obtiene la cifra de 4,2 toneladas por hectárea, que representa la probable pérdida media anual de suelo en este terreno con terrazas cultivadas siguiendo las curvas de nivel.

---

(5) La separación horizontal recomendada entre terrazas no es igual para todos los climas. Por ejemplo, en los suelos espesos de loess del oeste de Iowa esta separación es de 25 m.

OTROS PROCEDIMIENTOS

Cuando el agricultor no acepta el cultivo en fajas o en terrazas, sino que practica el cultivo en surcos a nivel, el problema está en elegir un sistema de cultivo y ordenación que mantenga la pérdida de suelo por debajo de 9 toneladas por hectárea y año. El cálculo inicial (RXKXLS) modificado porel factor P (cultivo en surcos a nivel), da 186 toneladas por hectárea para el valor de la probable pérdida media anual de suelo en este terreno al mantenerlo en barbecho continuo labrado a nivel.

Estableciendo ahora la proporción siguiente: $\frac{186}{1,00} = \frac{9}{X}$ y hallando el valor del término desconocido resulta X 0,048 que es el valor máximo para el factor C. Hecho esto se consultan las tablas apropiadas para hallar una combinación de cultivo y ordenación, análoga a la primitiva, que tenga un factor C que valga aproximadamente, 0,048. Una rotación cuadrienal de cereales pequeños, praderas, praderas, maíz (dejando el rastrojo en el terreno) en que la pradera se forma con una mezcla de gramíneas y leguminosas que da 4,6 a 6,7 tonelas por hectárea y el maíz rinde 3.766 Kg por hectárea, parece ser aceptable. El terreno, por supuesto, deberá abonarse y ordenarse en modo tal que se puedan conseguir los rendimientos mencionados.

FACTORES DE CLASIFICACION DE LA TIERRA

GENERALIDADES

1. La clasificación de la tierra que realiza la Dirección de Mejoramiento, ha sido proyectada y se viene empleando de acuerdo con lo establecido en las Leyes Federales de Mejoramiento. El actual sistema de clasificación de la tierra comenzó con la aprobación del Acta "Fact Finders" el 5 de Diciembre de 1924. El estudio continuo y la experiencia acumulada durante los años transcurridos, han dado por resultado el desarrollo de las técnicas y especificaciones usadas en la actualidad. La clasificación está basada en experiencias agronómicas y económicas, y se usa principalmente con fines económicos. Aunque la distinción entre las clases de tierra está basada en diferencias de características físicas, las especificaciones cartográficas que expresan esas diferencias se desarrollan tomando como base los factores económicos. La clasificación de la tierra está condicionada también por consideraciones suplementarias de economía e ingeniería, relativas a los costos de desarrollo de cada proyecto en particular.

FACTORES ECONOMICOS

2. Básicamente, los factores económicos considerados con fines de establecer las especificaciones para la clasificación de tierras, son: capacidad productiva, costos de producción y costos de desarrollo de la tierra. La consideración de estos factores básicos, incluyendo sus aspectos agronómicos, es esencial para la determinación de la aptitud de la tierra a los fines de riego. Este es un criterio fundamental, aún en el caso de que se estén considerando nuevos desarrollos, dotaciones de agua suplementaria o programas de rehabilitación y mejoramiento. Aunque para fines de discusión, la capacidad productiva y los costos de producción se tratan separadamente en el texto, la interacción de dichos factores requiere su consideración conjunta, como "productividad", en las apreciaciones de campo.

CAPACIDAD PRODUCTIVA

A. La capacidad productiva connota la adaptabilidad y el rendimiento de los cultivos y es de importancia primordial para determinar el grado de aptitud de la tierra para riego. El valor de cualquier tierra depende considerablemente de su capacidad para producir cosechas de uso para el hombre en forma sostenida y, por consiguiente, esa capacidad debe estar reflejada directamente en las clases de tierra. Los principales factores que influyen en la capacidad productiva (excluyendo el manejo) son: (a) condiciones climáticas, tales como distribución de las lluvias, temperatura y movimiento del aire; (b) características del suelo, tales como textura, profundidad,

alcalinidad, salinidad, permeabilidad y fertilidad; (c) características topográficas, tales como posición de la tierra, pendiente y relieve; (d) disponibilidad de agua, incluyendo cantidad y calidad (ver Capítulo 2,4 del volumen IV) ; y (e) drenaje. Por ej: un drenaje inadecuado puede restringir la elección del número de cultivos explotables o causar disminución en los rendimientos.

COSTOS DE PRODUCCION

B. Los costos de producción son tan importantes, como la capacidad productiva, y tienen su efecto correspondiente en las especificaciones para la clasificación de la tierra. La experiencia ha demostrado que los costos anuales de producción tales como los destinados a mano de obra, enmiendas al suelo, equipo y agua, están relacionados, no solamente con el tipo de cultivo, sino también con factores físicos, tales como suelo, topografía y drenaje. Por ejemplo, el tamaño, forma y posición de los campos, influyen en la longitud del surco, el tipo de riego, la facilidad de laboreo y los factores relacionados con ellos que, a su vez determinan los costos de mano de obra, equipo y agua.

DESARROLLO DE LA TIERRA

C. La aptitud de las tierras para el riego está directamente relacionada con el desarrollo de las mismas. Las clases de tierra reflejan, no sólo su capacidad productiva y costos de producción, sino también los costos cubiertos por el parcelero, con el fin de preparar inicialmente las tierras para el riego. Esto incluye los costos de desmonte y limpieza, nivelación, emparejamiento, construcción de reguera permanentes y drenes, acondicionamiento de la tierra y cierto equipo para regar, tal como el usado para bombear o en el riego por aspersión. La extensión y costo del desarrollo de la tierra están determinados, en buena parte, por las características topográficas, aunque el suelo y las características del substrato, cobertura y otros factores, pueden ser importantes. Deben establecerse los costos permisibles de desarrollo para cada clase y subclase de tierra, con el objeto de desarrollar las especificaciones para la confección de mapas. Por ejemplo, el costo de desforestación y nivelación para el riego de una zona cubierta de árboles y quebrada es, significativamente, más elevado que el de preparar un terreno cubierto de gramíneas, de microrrelieve liso y de pendiente suave.

FACTORES FISICOS

3. La distinción entre las diferentes clases de tierra y la delineación de sus características específicas en el campo, para ser aplicables como modelo y para alcanzar los objetivos de la clasificación de tierras, se hacen en base a la consideración de factores físicos entre los cuales, el suelo, la topografía

y el drenaje, son los de mayor importancia. Cada uno de estos factores, así como sus relaciones recíprocas, se consideran desde el punto de vista de sus características convenientes para la agricultura de riego, y de las características limitantes que indican una baja aptitud de la tierra para el mismo fin.

FACTOR SUELO

A. El factor suelo, con sus muchas características físicas, químicas y biológicas, tangibles, constituye uno de los principales criterios para evaluar la tierra con fines de riego. Ciertas características son relativamente estables, por ejemplo la textura del suelo, y, por lo general, no están sujetas a cambios. Otras pueden ser raramente modificadas, tal como la estructura del suelo, por diferentes tratamientos culturales. A menudo las características están relacionadas entre sí, como por ejemplo, la capacidad de retención de humedad aprovechable con la textura y composición. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que las características del suelo están directamente relacionadas con su capacidad productiva, adaptabilidad de los cultivos y los costos de producción de los mismos y de desarrollo de la tierra. La relativa importancia agroeconómica de una característica individual, puede variar de un lugar a otro, dependiendo de factores tales como: clima, topografía, cantidad y calidad del agua, y uso de la tierra. Sin embargo, son necesarias ciertas condiciones para una explotación agrícola provechosa y sostenida. En las características de los suelos se establecen categorías para proveer las condiciones requeridas en áreas específicas. Estas categorías se usan en el campo, como parte de las bases para las apreciaciones del grado de aptitud de la tierra para el riego.

CARACTERISTICAS DEL SUELO

(1) Las características del suelo, observables y medibles, que son útiles para clasificar la tierra para riego, se anotan a continuación. Los detalles particulares de estas características y algunos procedimientos para su determinación, están señalados en el Capítulo 2.10.

(a) Las características Físicas, tales como: profundidad efectiva, textura, estructura, consistencia, color, permeabilidad al aire y al agua, drenabilidad, tasa de infiltración y susceptibilidad a la erosión, capacidad de retención de humedad aprovechable, y pedregosidad;

(b) Las características Químicas, tales como: fertilidad inherente o capacidad de suplir elementos esenciales y microelementos aprovechables, pH, capacidad de cambio, salinidad, tipo de arcilla mineral, carbonatos totales, yeso, Boro y Selenio; y

(c) Características Biológicas tales como: tipo y cantidad de materia orgánica; fijadores de nitrógeno y otros organismos beneficiosos, nemátodos y organismos patológicos.

CONDICIONES REQUERIDAS

(2) Las condiciones generales de suelo requeridas para una agricultura de riego, permanente y rentable, incluye lo siguiente. El suelo:

(a) Debe tener una capacidad de retención de agua aprovechable razonablemente alta;

(b) Debe ser rápidamente penetrable por el agua para permitir la aireación el reabastecimiento del suelo con agua, el escape rápido del exceso de ésta y el lavado de sales solubles;

(c) Debe tener, por otra parte, una tasa de infiltración suficientemente baja para prevenir la excesiva percolación y sequedad;

(d) Debe ser lo suficientemente profundo para permitir el necesario desarrollo radicular, proveer espacio adecuado para retención del agua y facilitar el drenaje;

(e) No debe presentar mayores inconvenientes a las operaciones culturales inmediatas;

(f) Debe estar libre de cantidades perjudiciales de sodio o "alcali negro";

(g) Debe estar libre de acumulaciones de sales perjudiciales, o si las contiene, deben ser fácilmente lavables.

(h) Debe tener una capacidad adecuada de suministro de nutrientes para el normal desarrollo de las plantas; una favorable capacidad de cambio de cationes, y estar libre de cantidades perjudiciales de elementos tóxicos; y

(i) Debe ser resistente a la erosión excesiva bajo prácticas de riego económicas.

FACTOR TOPOGRAFIA

B. El factor topografía en la clasificación de la tierra; refleja: la necesidad y el costo de desarrollo de la tierra; la facilidad o dificultad en hacer llegar el agua a la granja y aplicarla a la tierra cultivada; y, en cierto modo, el drenaje y la adaptabilidad y permanencia del cultivo. Las excesivas deficiencias topográficas afectan adversamente el uso eficiente del agua de riego en las fincas. La correlación de este factor con el grado de aptitud, obliga a considerar los tres factores topográficos principales: grado de pendiente, relieve y posición. También se deben tomar en cuenta los efectos de dichos factores sobre las diferentes condiciones de suelo y de drenaje, teniendo en cuenta los métodos de riego que van a ser usados. Esta correlación fija las especificaciones topográficas para las diferentes clases de tierra, las cuales se aplican en las evaluaciones de campo. El tamaño y la forma de las áreas, así como la cobertura, debido a su relación común con el desarrollo de la tierra, se consideran como una parte del factor topográfico.

PENDIENTE

(1) El grado de pendiente es considerado en diferentes formas. Las tierras que no tienen una pendiente general uniforme, o tienen muy poca pendiente, generalmente son afectadas por mal drenaje, a menos que tengan condiciones que les den un buen interno. Sin embargo, tales tierras, para ciertos cultivos y condiciones especiales de suelo, pueden ser adecuadas para riego subterráneo. En sitios donde este método se utiliza o se proyecta hacerlo, debe darse especial consideración a la clasificación de la tierra. Las pendientes satisfactorias para el riego de gravedad son determinadas mediante la consideración de los siguientes puntos:

(a) Susceptibilidad de los suelos a la erosión;

(b) Tipos de cultivo previstos (pastos de gramíneas, aguacate, citrica, uva y otros cultivos permanentes, pueden explotarse dejando beneficios, años tras años, en tierras con 20% de pendiente o más);

(c) Tasa de infiltración y capacidad de retención de humedad aprovechable del suelo, de tal manera que el riego pueda ser realizado sin excesivas pérdidas de humedad en la superficie o por percolación profunda:

(d) Areas excesivamente planas que requieren canales elevados para la distribución del agua; o fajas estrechas que resultan de cambios bruscos de pendiente, en cuyo caso es necesario construir caídas de agua en distancia relativamente cortas que permitan la distribución del agua a través de la pendiente.

(e) Los métodos de riego, que varían ampliamente.

En los valles amplios, de superficie lisa, lo más práctico es el uso de grandes caudales de agua y el riego por inundación dentro de diques o bordos de tamaño normal, en combinación con diques pequeños o estanques de muy poca profundidad. En otras áreas se ha comprobado que los métodos de surcamiento dan buenos resultados, por adaptarse mejor a las condiciones dominantes de suelo y topografía. Bajo tales condiciones, las cargas son pequeñas y, particularmente en el caso de los declives más pendientes, la práctica común es usar canales y tuberías para un eficiente control de los caudales. Las tierras con pendiente excesiva o de superficie irregular, que no se prestan a nivelación, pueden ser regadas por aspersión. Donde se contemple este método de riego, debe dársele especial consideración a la clasificación de la tierra.

RELIEVE

(2) Las tierras de superficie irregular se consideran en función del aumento en el costo de producción, disminución de los rendimientos, adaptabilidad a los cultivos, y tamaño del campo, así como también en términos de corrección de la deficiencia. El desarrollo de la tierra se considera, desde el

punto de vista del tipo de riego, costo de nivelación, y los efectos de ésta en la producción de cosechas, como consecuencia de la remoción del suelo superficial. Los suelos son evaluados en base a las características que tendrán después de su nivelación y no en las que tienen antes de realizar esta operación. En general, los suelos profundos de reciente deposición aluvial, pueden ser sometidos a nivelaciones de cierta consideración, originando solamente una reducción temporal de la capacidad productiva; pero los suelos más maduros y más desarrollados, que tienen zonas de acumulación de cal relativamente cerca de la superficie, o los suelos de limitada profundidad al material más o menos impermeable o a la grava, no pueden ser fuertemente nivelados, sin que sufran seria disminución en su capacidad de producción, aumenten las dificultades en el drenaje, o aumenten los requerimientos de agua y los costos de producción.

POSICION

(3) Se considera el factor posición cuando las tierras están aisladas, o son altas o bajas, lo cual trae por resultado un aumento en los costos de desarrollo o en los de operación. El grado de aptitud de una parcela puede estar relacionado con las dificultades para hacerle llegar el riego y con las posibilidades de operación de la maquinaria agrícola.

TAMAÑO Y FORMA

(4) El tamaño y la forma de las áreas se consideran en la medida en que la extensión, configuración y localización de la parcela, determinan que pueda ser trabajada como un campo uniforme, para regar eficientemente y obtener beneficios de acuerdo con la clase indicada de tierra; además el tamaño y forma de las parcelas deben ser considerados a la luz del tipo de riego contemplado. Donde se presenten pequeñas áreas regables diseminadas dentro de grandes áreas no aprovechables para el riego, puede resultar adecuado señalarlas como arables, con la finalidad de establecer un inventario, evaluando la condición de arable desde el punto de vista del tamaño y forma de la tierra, como una parte del análisis relativo a la posibilidad de regarla.

COBERTURA

(5) La cobertura de la superficie comprende la vegetación o roca que debe ser removida para que la tierra pueda ser satisfactoriamente cultivada. En algunos casos se presentan tierras donde la cobertura ha sido eliminada; pero en otras partes, su presencia determina la reducción de la capacidad productiva de la tierra o el aumento del costo de producción, de tal manera, que si no ha sido removida la cobertura en el momento de la clasificación, se tomará como factor para la determinación de la clase de tierra. La remoción de tal cobertura es un costo de desarrollo de la tierra y en consecuencia, entra directamente en la determinación de la

clase de tierra. En forma similar, cualquier disminución en la capacidad productiva o aumento en los costos de producción, ocasionado por este factor, afectará a la clasificación.

FACTOR DRENAJE

C. Drenaje es la descarga del agua de un área por simple escurrimiento laminar o por canales (drenaje superficial); y la eliminación del exceso de agua contenida en el suelo por movimiento del agua hacia abajo, o flujo lateral a través del suelo, subsuelo y substrato(drenaje interno). El término drenaje se utiliza también para referirse a los medios de poner en movimiento el agua de la superficie de la tierra y de la parte interior del suelo, ejemplo: canales abiertos, tuberías subterráneas de barro cocido, o pozos de bombeo (ver Parte 10 del Volumen VII). Cuando el drenaje debe ser ejecutado por el parcelero, es un factor importante en la clasificación de tierras, debido a su efecto sobre la capacidad productiva, costos de producción y costos de desarrollo de la tierra. Es esencial eliminar el exceso de agua de la zona radicular para prevenir las acumulaciones de sales, ya que éstas son tóxicas a las plantas cultivadas y alteran negativamente las condiciones físicas del suelo, mediante la defloculación; y para evitar el encharcamiento del mismo en vista de que la mayoría de las plantas requiere una zona radicular aireada. Drenaje satisfactoria, natural o artificial, significa: la rápida remoción de los excesos de agua de la superficie para evitar la disminución en el rendimiento, la calidad y la adaptabilidad, de los cultivos, así como también el mantenimiento del nivel de la mesa de agua por debajo de la zona radicular; y el lavado de los suelos para mantener la concentración de sales solubles en la solución del suelo dentro de un rango favorable para el buen crecimiento de las plantas. Las medidas de control para los excesos de agua, tales como protección contra inundaciones y revestimiento de canales, están relacionados con el drenaje y por tal razón se consideran en este punto.

CRITERIOS DE DRENAJE

(1) Los criterios más útiles para poder apreciar las necesidades de drenaje existentes y potenciales son: la conductividad hidráulica del suelo, subsuelo y substratos; la profundidad de las capas impermeables; la topografía, incluyendo relieve y pendiente de la superficie y de las capas internas; la posición de la tierra; la profundidad de la mesa de agua, incluyendo su fluctuación y la dirección de su movimiento; la calidad del agua; la salinidad y alcalinidad del suelo; la vegetación ; y el tipo y localización de la salida de los desagües existentes. La conductividad hidráulica es la tasa de movimiento del agua a través del suelo; dicha medida está relacionada principalmente con la porosidad que es una función de la estructura, textura y composición del suelo; cualesquiera de estas características puede ejercer una influencia dominante sobre las otras. La variación de estos factores a través de todo el perfil afecta considerablemente

el movimiento del agua, como por ejemplo: cualquier cementación, "hardpan" o capa poco permeable, que detenga el libre movimiento del agua. Los substratos poco permeables o impermeables son considerados de acuerdo con:

(a) su profundidad debajo de la superficie del suelo;

(b) su grosor, relieve y gradiente;

(c) su existencia como diques o escollos que puedan causar estancamiento de la mesa de agua, aún en mesetas o en terrenos con pendiente;

(d) la posibilidad de que estos estratos tengan una conformación tal, que puedan determinar la existencia de un lago subterráneo formado por el agua de percolación y dar por resultado una mesa de agua alta; y

(e) su composición química.

El drenaje superficial y el subterráneo son afectados por la pendiente, el relieve y la posición topográfica. El aumento del gradiente tiende a aumentar la velocidad de movimiento del agua. Las superficies irregulares interfieren en el drenaje uniforme y en el eficiente uso del agua. Con respecto a la posición, las tierras situadas en depresiones o valles expuestos a las inundaciones, pueden carecer de desagües para el agua superficial o interna, aquellas que se encuentran justamente en la parte más baja, o que debajo de ellas, en el sentido de la pendiente, exista un material menor permeable, se pueden encharcar debido a la disminución de la velocidad del movimiento lateral del agua freática; el mismo problema puede presenso en aquellas tierras situadas en las adyacencias de canales sin impermeabilizar que tienen filtraciones laterales en la sección que atraviesa material poroso en áreas regadas. La profundidad al agua freática es variable, por lo general durante el año. Por consiguiente, para determinar las variaciones que pueden ocurrir, debe ser observada por un largo período de tiempo, por lo menos a través de una estación completa con riego y sin él.

REQUERIMIENTOS DE DRENAJE

(2) En todos los nuevos proyectos de riego han de ser previstas algunas construcciones de drenaje, pero es difícil determinar las necesidades exactas de éstas. Los requerimientos de drenaje han sido diferenciados en base a los conceptos básicos de mejoramiento para las parcelas y los proyectos, según los cuales los costos relacionados con una unidad agrícola específica han de ser cubiertos por el regante. Es de la responsabilidad del parcelero el control del agua de lluvia o del agua aplicada a la parcela, mientras que el control de los excesos de agua que provengan del proyecto y atraviesen la superficie de la parcela o substratos de las tierras adyacentes, corresponde a los que manejan el proyecto. De acuerdo con esto, en todos los proyectos se encontrarán ambos tipos de drenaje, pero su importancia relativa será variable. Es responsabilidad, tanto del clasificador de tierras como del ingeniero especialista en drenaje, determinar la relación que existe entre el drenaje de la parcela y el drenaje del proyecto.

DRENAJE DE LA PARCELA

(a) El drenaje de la parcela es aquel que realiza, a sus expensas, el usuario del agua en su propia parcela. Es el drenaje requerido para la remoción o control de la acumulación de los excesos de agua, como resultado de la precipitación y riego de su tierra. Generalmente, éste consistirá en facilidades para manejar los excesos de agua superficial, pero en algunos casos puede comprender drenaje interno. En la clasificación de la tierra se consideran los aspectos físicos y nivelación de la misma, de acuerdo a los desembolsos que requeriría hacer el parcelero para realizar las correcciones necesarias, tales como drenes abiertos y cerrados. En la mayoría de los casos, los requerimientos de drenaje de la finca serán drenes relativamente superficiales y abiertos para llevar los excesos de agua superficial a las áreas en donde, por su posición y favorable topografía, se puedan botar los excesos. El drenaje interno puede ser necesario en aquellas partes en donde el drenaje lateral de un área a otra de la parcela no sea suficiente. Este último problema se presentará en áreas relativamente planas o en suelos de baja permeabilidad, tales como planicies de lagos y deltas. Las deficiencias relacionadas con el drenaje inadecuado y que no pueden ser fácilmente corregidas o planificada su corrección, son evaluadas en términos de la adaptabilidad y el rendimiento de los cultivos y a los costos de producción. Los más importantes criterios de campo son: profundidad de la mesa de agua y variación de la misma; frecuencia de inundaciones y posición topográfica. Por ejemplo, pequeñas zonas bajas de las cuales no es posible hacer descender la mesa de agua mediante la construcción de drenajes, son bajadas de clase debido a su uso restringido. Los procedimientos para apreciación de los drenajes de las parcelas y discusión adicionales, se señalan en el párrafo 2.10.11.

DRENAJE DEL PROYECTO

(b) El drenaje del proyecto es todo drenaje necesario, además del drenaje de las parcelas, para establecer y mantener la productividad de las tierras y para proteger a las tierras no incluidas en el mismo. Consistirá en las facilidades necesarias para controlar los excesos de agua resultantes del desarrollo del proyecto o para eliminar el agua previamente acumulada en el área del proyecto. Esto será realizado en base al relieve, usando drenajes de intercepción o de salida, por medio de bombeo, y por corrección de las condiciones que contribuyen a la presión hidrostática. Donde sea necesario, para evacuar el exceso de agua superficial e interna, el proyecto de drenaje incluirá en cada parcela estructuras de entrada y de desagüe. Generalmente, la magnitud del drenaje del proyecto no comprende los múltiples drenajes dentro de cada parcela, ya que no se justifica. Por lo regular, las exigencias del proyecto de drenaje general y de los drenajes de las parcelas, son interdependientes. En vista de esto, el estudio, de clasificación de tierras y las investigaciones de drenaje, deben ser conducidas sobre una misma base, particularmente en el establecimiento del criterio cartográfico para los estudios de la tierra. Además, para una eficiente realización de las zonas de los clasificadores de tierras

a fin de obtener una parte de los datos esenciales para proyectar la planificación del drenaje, tales como descripciones de los perfiles obtenidos en la apertura de pozos y la separación de tierras que tienen características similares en cuanto al drenaje. Sin embargo, la clasificación de la tierra no puede ser terminada satisfactoriamente, hasta tanto los planes de drenaje no estén bien formulados, donde la relación entre los drenajes de la parcela y los del proyecto constituyan un problema particular. En la Parte 1 del Volumen VII y en el Capítulo 2.9 del Volumen XVI, están contenidas las discusiones adicionales del drenaje del proyecto.

REQUERIMIENTOS SUPLEMENTARIOS RELATIVOS AL DRENAJE

(3) Los problemas de drenaje se agravan por la precipitación y la correspondiente escorrentía, las pérdidas por filtración en los reservorvorios o canales y las pérdidas por escorrentía y percolación del agua de riego. Para derivar o reducir la escorrentía superficial y las pérdidas por percolación profunda, son efectivas varias prácticas de manejo de la tierra. El revestimiento del canal y la aplicación eficiente del agua en las tierras más altas, pueden disminuir los efectos de las filtraciones y la necesidad de drenaje en las tierras más bajas. El desbordamiento proveniente de ríos o de canales de drenaje natural, constituye una importante fuente de excesos de agua; por consiguiente, son consideraciones relativas al drenaje las medidas para controlar los desbordamientos y evitar las inundaciones. Estos factores afectan la clasificación de la tierra, en vista de su influencia sobre los requerimientos de drenaje de la parcela y del proyecto y en la aptitud de las tierras para ser regadas. Los mejoramientos que puedan ser previstos, tales como revestimiento de canales, protección contra las inundaciones, y otras prácticas de conservación de suelo y humedad, deben ser conocidos por los clasificadores de tierra así como los datos de ingeniería y de otros asistentes obtenidos en su evaluación (ver Capítulo 3.4 del Volumen I; Capítulo 2.2 del Volumen III; Capítulo 8.1 del Volumen V, y Parte 2 del Volumen VIII).

CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO

A. La clasificación de la tierra debe ser integrada por todas las investigaciones pertinentes de ingeniería y economía. A medida que los componentes del plan del proyecto son desarrollados y combinados, pueden ser necesarios reajustes en uno o más de dichos componentes. Los aspectos del desarrollo del proyecto que influyen particularmente en la clasificación de la tierra son: (1) suministro de agua, incluyendo calidad y cantidad; (2) tipo ,localización y extensión de la fuente de agua, distribución y sistemas de drenaje; (3) derechos de agua, incluyendo su disponibilidad, posibilidad de almacenamiento y de transferencia; (4) consideración de las diferentes alternativas de amortixación y de beneficio costo. Estos aspectos se discuten con más detalle en la Parte 10 del Volumen VII, Volumen XIII, Volumen XIV y Volumen XV.

CLASES DE TIERRA

CLASES BASICAS

1. Las clases de tierra se han establecido tomando ~~como base~~ los aspectos económicos de la producción y del desarrollo de la tierra dentro de áreas ecológicas específicas. De aquí, que la producción y potencial de amortización difieran notablemente entre tales áreas. Aunque todas las clases de tierra pueden ser encontradas en un área ecológica determinada, no siempre se da el caso de encontrarlas en su totalidad en cada proyecto estudiado. En el sistema de la Dirección de Mejoramiento se usan cuatro clases básicas para identificar las tierras de acuerdo con su aptitud para agricultura de riego, una clase provisonal y una clase para identificar las tierras no arables. Las tres primeras clases representan aquellas tierras con una capacidad progresivamente menor para reintegrar los costos de construcción del proyecto. Las subclases de la clase 4, de excesivas deficiencias y por lo tanto restringida utilidad, pueden dar un margen de beneficio muy variable, que puede ser menor al de la clase 3 hasta mayor que el de la clase 1, dependiendo de la utilidad particular que se haga de ellas. El número de clases, dibujadas en el mapa de una investigación particular, depende de la diversidad encontrada en las condiciones de la tierra y de otros requisitos establecidos por los objetivos de la investigación particular.

CLASE 1. Arable:

2. Comprende las tierras de <u>mayor aptitud</u> para la agricultura de riego, porque pueden producir rendimiento sostenidos y relativamente altos, con un grupo numeroso de cultivos adaptados a las condiciones climáticas, a un costo razonable. Estas tierras son de superficie suave, con poca pendiente. Los suelos son profundos y de textura media a ligera, friables, son bien estructurados, lo que permite la fácil penetración de las raíces, aire y agua; tienen buen drenaje y, sin embargo buena capacidad de retención de humedad aprovechable. Estos suelos no presentan acumulaciones perjudiciales de sales solubles, o éstas pueden ser fácilmente eliminadas mediante lavado. Tanto las condiciones del suelo como las topográficas son tales, que no se precisa prever ningún drenaje específico para la parcela; la erosión ocasionada por el riego será mínima; y el desarrollo de la tierra podrá ser efectuado a un costo relativamente bajo. Estas tierras tienen, potencialmente, una capacidad de pago relativamente alta.

CLASE 2. Arable:

3. Esta clase comprende las tierras de <u>moderada aptitud</u> para la agricultura de riego. En comparación con la clase 1, su capacidad productiva es notablemente menor, se adaptan a un grupo de cultivo más reducido, y la preparación para el riego, así como su explotación agrícola, son más costosos. Estas tierras no son tan deseables, ni de tan alto valor como las de la clase 1, debido a ciertas limitaciones corregibles o no.

Pueden tener más baja capacidad de retención de humedad aprovechable , lo cual es ocasionado por la texturas más ligeras o por la menor profundidad del suelo; pueden ser poco permeables, debido a las capas arcillosas o a la compactación en el subsuelo; también pueden ser moderadamente salinas,lo cual puede limitar su productividad o implicar costos moderados para el lavado de las sales. Las limitaciones topográficas incluyen la superficie irregular que requiere gastos moderados para su nivelación y las zonas pequeñas en pendiente que requieren surcos más cortos o pendientes más pronunciadas que necesitan cuidados especiales y costos más elevados para regar y para prevenir la erosión. Puede ser necesario construir drenajes en las parcelas, o remover piedras y vegetación arbórea, pero a un costo moderado. Cualesquiera de las limitaciones señaladas, pueden ser suficientes para reducir las tierras de la clase 1 a la clase 2, aunque frecuentemente opera una combinación de dos o más de dichas limitaciones. Las tierras de clase 2 tienen una capacidad de pago intermedia.

CLASE 3. Arable:

4. Comprende aquellas tierras que son menos aptas, para la agricultura de riego, que las de la clase 2, porque presentan deficiencias en suelo, topografía o drenaje, como las señaladas para la clase 2, pero en mayor grado. Pueden tener buena topografía, pero debido a condiciones del suelo, tienen más restringida adaptabilidad a los cultivos y requieren prácticas de riego muy especiales,o grandes cantidades de agua, además de demandar mayor fertilización o prácticas más intensivas de mejoramiento del suelo. Pueden tener topografía accidentada, de moderada a alta concentración de sales o drenaje restringido, susceptible de corrección, pero sólo a un costo relativamente alto. La explotación agrícola de esta tierra puede encerrar más riego que la de la clase 1 o clase 2, pero se puede predecir que bajo buenas prácticas de manejo, tendrá adecuada capacidad de pago.

CLASE 4. Arable Limitada o de Uso Especial.

5. Las tierras son incluidas en esta clase, sólo después de que estudios especiales de ingeniería y economía han demostrado que son arables. Pueden tener una excesiva deficiencia específica o deficiencias susceptibles de corrección a un costo alto, pero son aptas para riego debido a que pueden ser utilizadas en forma intensiva para cultivos, tales como hortalizas y frutas; pueden tener una o más de una deficiencia incorregible, lo cual limita su utilidad a pasto de corte, potreros, huertos u otros cultivos relativamente permanentes, pero si son manejadas en unidades de adecuado tamaño o en asociación con tierras mejores, son capaces de mantener una familia y pagar los costos de agua. Las deficiencias pueden ser: drenaje inadecuado; excesiva cantidad de sales que requiere lavados intensivos; posición desfavorable que determina inundaciones periódicas o hacer muy dificultosa la distribución y la remoción de los excedentes de agua; topografía muy irregular; excesiva cantidad de piedras sueltas en la superficie o en la capa de arado; o cobertura

tal como bosques maderables. La magnitud de las deficiencias corregibles requiere fuertes inversiones muy superiores a las requeridas para la clase 3, pero en cantidades que son justificables por los beneficios que se espera obtener del plan específico para la utilización de estas tierras. Cuando dichas tierras son arables, se establecen otras subclases, además de las señaladas para los cultivos especiales, tales como las de riego subterráneo y por aspersión, las cuales satisfacen los requerimientos generales de arabilidad. También se incluyen en la clase 4 las tierras suburbanas que no cumplen con los requerimientos generales de arabilidad. Estas tierras pueden pagar los costos del agua como resultado de las entradas derivadas de su posición suburbanas, o de otras condiciones tales como su específica adaptabilidad a determinados cultivos. La clase 4 puede tener un rango mayor en la capacidad de pago, que el correspondiente a las clases arables asociadas.

CLASE 5. No arable Transitoria:

6. Las tierras incluidas en esta clase no son arables bajo las condiciones naturales; pero tienen un valor potencial suficiente para justificar su segregación tentativa, con el fin de hacer en ellas estudios especiales antes de completar su clasificación definitiva; incluye asimismo, aquellas tierras en proyectos existentes que, para ser incluidas entre las arables, requieren trabajos previos de construcción o mejoramiento de la tierra. Pueden tener una deficiencia específica en suelo, tal como la excesiva salinidad, topografía muy irregular, inadecuado drenaje, o excesivo contenido de rocas o cobertura de árboles. En el primer cado, la deficiencia o deficiencias de la tierra son de tal magnitud y naturaleza, que requieren estudios especiales agronómicos, económicos y de ingeniería, para obtener una adecuada información, tal como extensión y localización de los drenajes de las parcelas y de los drenajes del proyecto, o la probable capacidad de pago bajo el uso previsto de la tierra, a fin de completar la clasificación de la misma. La designación de la clase 5 es tentativa y debe ser cambiada a la propia clase arable o a la clase 6 antes de terminar la clasificación de la tierra. En el segundo caso, el efecto de la deficiencia o la inversión necesaria para el mejoramiento de la tierra son conocidos, pero éstas se mantienen como no arables hasta que no se hayan concluído los trabajos de mejoramiento, nivelaciones, drenajes, construcciones, etc. En todos los casos solamente se segregan las tierras de clase 5 cuando las condiciones existentes en el área exigen la consideración de tales tierras para una adecuada evaluación de las posibilidades del proyecto; tal como cuando existe una abundante cantidad de agua o escasez de tierras mejores, o cuando existen problemas relacionados con el desarrollo de la tierra, tales como recuperación de zonas o colonización.

CLASE 6. No arable:

7. Las tierras incluidas en este grupo son: a) las consideradas como no arables ba jo las condiciones existentes en el sistema o en el proyecto, debido a que no cumplen con el mínimo de requisitos para ser incluidas en las otras clases; b) las áreas arables, cuando definitivamente no es posible disponer de agua para regarlas o no se les puede dotar de drenaje; y, c) las clases 4 y 5, cuando su extensión o los detalles obtenidos en su respectiva investigación no garanticen su segregación. La clase 6 regada con derechos de agua encontrados en la clasificación, será delineada y designada como clase 6w. Tales tierras serán tratadas de acuerdo con las previsiones incluidas en el subpárrafo 3.2.4.C. Generalmente, la clase 6 comprende tierras quebradas, irregulares, escarpadas o muy pesada; o suelos muy delgados sobre grava, caliza, arenisca o lente de arcilla compactada; y tierras que tienen drenaje inadecuado y alto contenido de sales solubles o sodio. Excluyendo las subclases de posición, las tierras de la clase 6 no tienen suficiente capacidad de pago para justificar su consideración como regables.-

---oooOooo---

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CLASIFICACION DE LA TIERRA

CLASE 1 --ARABLE	CARACTERISTICAS DE LA TIERRA
S U E L O	
Textura	Franco arenoso a franco arcilloso friable.
Profundidad:	
a) A la arena, grava o guijarros..	90 cm. o más de suelo fácilmente trabajable de franco arenoso fino o más pesado; o 105 cm. de franco arenoso.
b) Al esquisto o material impermeable (15 cm. menos en c/caso a la roca o material similar)	150 cm. o más o 135 cm, con un mínimo de 15 cm. de grava sobre el material impermeable o franco arenoso en toda su extensión.
c) A la zona de caliza penetrable	45 cm., sobre 150 cm. de caliza penetrable
Alcalinidad	pH menor que 9,0, a menos que el suelo sea calcáreo, el contenido total de sales es bajo y no existe evidencia de la presencia de álcali negro.
Salinidad	El total de sales no debe exceder de 0,2%. Puede ser más alto en suelos abiertos y permeables, bajo buenas condiciones de drenaje.
T O P O G R A F I A	
Pendientes	Suaves declives, con un máximo de 4% de pendiente general, en extensiones razonablemente grandes con declives en el mismo plano.
Superficie	Suficientemente uniforme para requerir sólo ligeros tratamientos superficiales y no precisar de pesadas nivelaciones.
Cobertura (piedras sueltas y vegetación)	Insuficiente para modificar la productividad o prácticas culturales, o bajos costos de limpieza.

DRENAJE	
Suelo y topografía	Las condiciones de suelo y topografía son tales, que se puede decir que no serán necesarias prácticas especiales de drenaje en las parcelas.

CLASE 2 ARABLE	CARACTERISTICAS DE LA TIERRA
SUELO	
Textura	Areno francoso a arcilla muy permeable.
Profundidad:	
a) A la arena, grava o guijarro	60 cm. o más de suelo fácil de trabajar franco arenoso fino o más pesado o 75 y 90 cm. de franco arenoso o areno francoso respectivamente.
b) Al esquisto o material impermeable (15 cm. menos, en cada caso, a la roca o material similar)..	120 cms. o más o 105 con un mínimo de 15 cm. de grava sobre el material impermeable o areno francoso en toda su extensión.
c) A la zona de la caliza penetrable	35 cm. sobre 120 cm. de caliza penetrable.
Alcalinidad	pH 9,0 o menor, a menos que el suelo sea calcáreo, el contenido de sales bajo y no exista evidencia de álcali negro.
Salinidad	El contenido total de sales no debe exceder de 0,5%. Puede ser más alto en suelos abiertos y de buenas condiciones de drenaje.

TOPOGRAFIA	
Pendientes	Declives suaves pueden llegar a tener hasta 8% de pendiente general en grandes extensiones y en el mismo plano. Se admite solamente el 4% en declives irregulares.
Superficie	Se requieren moderadas nivelaciones, pero en cantidades tales, que puedan hacerse a un razonable costo en comparación a áreas regadas.
Cobertura: (rocas sueltas y vegetación)	Suficiente para reducir la productividad e interferir las prácticas culturales. Requieren limpiezas, pero su costo es moderado.
DRENAJE	
Suelos y Topografía	Las condiciones de suelo y topografía hacen necesarias algunas prácticas de drenaje, pero con labores de mejoramiento por medios artificiales son factibles a un costo razonable.

CLASE 3 - ARABLE	CARACTERISTICAS DE LA TIERRA
SUELO	
Textura	Areno francoso a arcilla permeable.
Profundidad: a) A la arena, grava o guijarro	45 cm. o más de suelo fácil de trabajar franco arenoso fino o más pesado; o 60 a 75 cm. de franco arenoso o areno francoso uniforme.

SUELO (continuación)	
B) Al esquisto o material impermeable (15 cm., menos en cada caso a la roca o material similar).....	105 cm. o más; o 90 cm. con un mínimo de 15 cm. de grava sobre el material impermeable o areno francoso a través de toda su extensión.
C) A la zona caliza penetrable	25 cm. sobre 90 de caliza penetrable.
Alcalinidad	pH 9,0 o menor, a menos que el suelo sea calcáreo, el contenido total de sales es bajo y no existe evidencia de la presencia de álcali negro.
Salinidad	El contenido total de sales no excede de 0,5%. Puede ser mayor en suelos abiertos permeables y bajo buenas condiciones de drenaje.
TOPOGRAFIA	
Pendientes	Se admite hasta un 12% en superficies planas; en superficies más irregulares se admite solamente menos de 8%.
Superficie	Son necesarias pesadas y costosas nivelaciones por sectores, pero realizables en comparación a áreas ya regadas.
Cobertura .(piedras sueltas y vegetación)	Su presencia requiere tratamientos de limpieza costosos, pero justificables económicamente.

DRENAJE	
Suelo y Topografía	Por las condiciones del suelo y la topografía se hace necesaria la construcción de costosos drenajes, pero a un costo justificable.

Clase 4 ARABLE LIMITADA
Comprende las tierras que tienen excesivas deficiencias y utilidad restringida, pero que con estudios especiales de carácter económico y de ingeniería, se ha demostrado que son regables.

Clase 5 NO ARABLE TRANSITORIA
Incluye aquellas tierras que requieren estudios adicionales económicos y de ingeniería, para determinar su regabilidad y las tierras clasificadas como temporalmente no productivas en espera de la construcción de obras correctivas y de mejoramientos.

Clase 6 NO ARABLE
Incluye todas las tierras que no cumplen con los requisitos mínimos para incluirlas en la siguiente categoría superior de tierra en un determinado estudio y, pequeñas áreas de tierras arables que se encuentran en extensiones grandes de tierra no arables.

DENOMINACION INTERNACIONAL
DE LA ZONA.-

Datos censales correspondientes
a la 7a. Sección Policial y
Departamento de Río Negro

CENSO GENERAL
AGROPECUARIO 1966

CUADRO 1.- Población Total y Trabajadora
7a. Sección Policial y Total Depto de Río Negro
Censo General Agropecuario 1966

PERSONAS	7a. Sección		Total Departamento	
	Total	Trabajadora	Total	Trabajadora
Productor y familia				
Menores de 14 años				
Varones	208	35	1152	128
Mujeres	182	20	1091	74
Sub-total	390	55	2243	202
14 años y más				
Varones	519	513	2916	2548
Mujeres	404	247	2367	1117
Sub-total	923	760	5283	3665
Otros				
Menores de 14 años				
Varones	171	43	472	126
Mujeres	99	1	377	48
Sub- total	270	44	849	174
14 años y más				
Varones	261	356	1666	3102
Mujeres	138	35	599	382
Sub-total	399	391	2265	3484
TOTAL				
Menores de 14 años				
Varones	379	78	1624	254
Mujeres	281	21	1468	122
Sub-total	660	99	3092	376
14 años y más				
Varones	780	869	4582	5650
Mujeres	542	282	2966	1499
Sub-total	1322	1151	7548	7149
TOTAL GENERAL	1982	1250	10640	7525
Número de establecimientos con personas.	368	405	2078	2229

CUADRO N° 2.- N° DE ESTABLECIMIENTOS Y SUPERFICIES POR ESCALA DE TAMAÑOS

7a. Sección Policial y total del Dpto. de Río Negro

CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

ESCALA DE SUPERFICIE	7a. SECCION POLICIAL				DEPTO. DE RIO NEGRO			
	Establecimientos		Superficie		Establecimientos		Superficie	
	Número	%	Hectáreas	%	Número	%	Hectáreas	%
De 1 a 499 Hás	33	7,64	82	0,14	326	13,84	736	0,08
De 5 a 9.99 Hás	60	13,89	359	0,61	213	9,04	1359	0,15
De 10 a 19.99 "	41	9,49	649	1,10	181	7,69	2656	0,29
De 20 a 49.99 "	122	28,24	3637	6,14	435	18,48	14697	1,60
De 50 a 99.99 "	75	17,36	5558	9,39	282	11,97	20.552	2,24
De 100 a 199.99 "	52	12,04	6726	11,36	284	12,06	38.318	4,18
De 200 a 499.99 "	29	6,71	8959	15,13	284	12,06	89.178	9,72
De 500 a 999.99 "	5	1,16	3472	5,87	124	5, 27	91.398	9,97
De 1000 a 2.499.99 "	14	3,24	22192	37,49	135	5,73	215.236	23,47
De 2500 a 4.999.99 "	-	-	—	--	61	2,59	203.785	22,22
De 5000 a 9.999.99 "	1	0,23	7560	12,77	25	1,06	165.408	18,04
De 10000 y más	-	-	—	—	5	0,21	73.676	8,04
TOTAL	432	100,00	59.194	100,00	2355	100,00	916.999	100,00

CUADRO 3.- TENENCIA DE LA TIERRA

7a. Sección Policial y total del Dpto. de Río Negro

CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

TIPOS DE TENENCIA	7a. SECCION POLICIAL				DEPTO. DE RIO NEGRO			
	ESTABLECIMIENTOS		SUPERFICIE		ESTABLECIMIENTOS		SUPERFICIE	
	Número	%	Hectáreas	%	Número	%	Hectáreas	%
01 Propietarios	145	33,56	27.448	46,37	1168	49.60	514.377	56,09
02 Arrendatarios	248	57,42	18.268	30.86	798	33,89	255.439	27,86
03 Medieros	20	4,64	3,203	5,41	127	5,39	25.141	2,74
04 Ocupantes	7	1,62	310	0,52	110	4,67	5.463	0,60
05 Otras formas	5	1,15	6.086	10,28	41	1,74	8.992	0,98
06 Propietarios Arrendatarios	5	1,15	3,392	5,73	96	4,08	94.757	10,33
07 Propietarios-Medieros	1	0,23	87	0,15	10	0,42	5.714	0,62
08 Arrendatarios-Medieros	1	0,23	400	0,68	5	0,21	7.109	0,78
TOTAL GENERAL	432	100,00	59.194	100,00	2355	100,00	916.999	100,00

SUPERFICIE EN:	HECTAREAS	%	HECTAREAS	%
Propiedad	29.411	49,69	567.560	61,89
Arrendada	19.959	33,72	309.140	33,71
Medianería	3.660	6,18	27.284	2,98
Ocupante	310	0,52	6.138	0,67
Otras formas	5.854	9,89	6.877	0,75
	59.194	100,00	916.999	100,00

CUADRO 4.- USO DE LA TIERRA

7a. Sección Policial y Total del Dpto de Río Negro
CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

USOS	7a. Sección Policial		Dpto de Río Negro	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Campo Natural	23.214	39,22	604.039	65,88
Campo fertilizado	2.762	4,67	5.977	0,65
Campo sembrado	39	0,07	1.196	0,13
Forrajeros anuales	6.377	10,77	62.311	6,80
praderas artificiales	1.401	2,37	25.088	2,74
Tierras de Rastrajo	3.617	6,10	50.194	5,47
Bosques Naturales	5.279	8,92	23.450	2,56
Tierras labranza	13.665	23,08	117.962	12,86
Cultivos de Huerta	390	0,66	1.026	0,11
Frutales	265	0,45	454	0,05
Viñedos	114	0,19	119	0,01
Bosques Artificiales	919	1,55	110.119	1,10
Tierras improductivas	1.152	1,95	15.064	1,64
Total de Superficie	59.194	100,00	916.999	100,00

CUADRO 5.- STOCK VACUNO

7a. Sección Policial y Total del Dpto de Río Negro
CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

CATEGORIAS	7a. Sección Policial		Dpto de Río Negro	
	Cabezas	%	Cabezas	%
Toros	374	1,22	7,818	1,74
Toritos	66	0,21	6.243	1,39
Vacas entoradas	9.149	29,73	156.845	34,94
Vaquillonas entoradas	1.341	4,36	33.913	7,56
Vacas invernada	352	1,14	9.854	2,20
Vaquillonas no entoradas	2.465	8,01	60.170	13,41
Novillos 1 - 2 años	5.493	17,85	43.242	9,63
Novillos 2 - 3 años	2.845	9,24	32.108	7,15
Novillos de más 3 años	1.731	5,62	15.830	3,53
Terneros de menos 1 año	3,461	11,25	42.147	9,39
Terneras de menos 1 año	3.499	11,37	40.678	9,06
TOTAL VACUNOS	30.776	100,00	448.848	100,00
N° de establecimientos	331		1880	

CUADRO 6.- STOCK LANAR

7a. Sección Policial y total del Dpto de Río Negro

CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

CATEGORIAS	7a. Sección Policial		Dpto de Río Negro	
	Cabezas	%	Cabezas	%
Carneros	1.186	1,63	30.036	2,06
O V. Vientres	34.405	47, 16	628.684	42,86
O V. Consumo	421	0,58	27.624	1,88
Capones	5.480	7,50	231.264	15,76
Borregas	7.259	9,95	183.433	12,50
Borregos	3.156	4,33	120.347	8,20
Mamones	21.049	28,85	245.625	16,74
TOTAL	72.956	100,00	1467.013	100,00
N° de establecimientos	135		1099	

CUADRO 7.- ZAFRA LANERA

7a. Sección Policial y Total del Dpto de Río Negro

CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

	A. VELLON				CORDEROS				Nº establecimientos que esquilaron
	Animales Esquilados	Kilos Vellón	Kilos Barriga	Total Vellón y barriga	Kilos V. y Barrig. x Animal	Animal. Esquilados	Kilos Lana	Kilo por anim.	
7a. Sección	42.931	157.732	21.704	179.436	4.180	10.635	15.035	1.414	101
Dpto de Río Negro	1:119.454	3:983.316	534.118	4517.434	4.035	295.916	321.311	1.086	921

CUADRO 8.- PRODUCCION LECHERA

7a. Sección Policial y total del Dpto de Río Negro

CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

CATEGORIAS Y PRODUCCIONES	7a. Sección	Dpto de Río Negro
Vacas en ordene	1.517	3.721
Vacas secas	745	2.287
Vaquillonas entoradas	561	1.308
Vaquillonas no entoradas	212	1.029
Terneros de 1 año y sobre-año	1 99	546
Terneras de 1 año y sobre-año	33	304
Terneros de tambo	779	1.614
Terneras de tambo	750	1.780
Toros	95	232
TOTAL DE GANADO LECHERO	4.891	12.821
Leche producida en el día .Total	8.808	23.459
" para consumo	742	--(1)
" para elaboración	893	-- (1)
" para venta	7.173	-- (1)
Producción últimos 12 meses. Total	3:029.802	7:071.552
kilos de crema	13.660	-- (1)
kilos de manteca	3.890	-- (1)
kilos de queso	13.949	-- (1)
N° de establecimientos lecheros	139	335

(1) No se tomó el dato de los originales del censo.-

CUADRO 9 OTRAS PRODUCCIONES PECUARIAS
7a. Secc. Policial y total del Dpto de Río Negro
CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

E S P E C I E S	7a. Sección	Dpto de Río Negro
Total porcinos	2.023	16.275
Total gallinas, gallos, pollos y pollas	18.751	126.369
Total pavos	392	4.664
Total patos	881	5.209
Abejas.- Colmenas fijas	49	978
Colmenas movibles	1.380	4.262
Kilos de miel	28.949	-- (1)
Kilos de cera	669	-- (1)
N° de establecimientos c/abejas	37	--(1)

(1) No se tomó el dato de los originales del censo.-

CUADRO 10.- CULTIVOS CEREALEROS (Hás, producciones y rendimientos)
7a. Sección Policial y Total del Depto de Río Negro
CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966.-

CU L T I V O	7a. Sección Policial				Dpto. de Río Negro			
	Hás Sembradas	KILOS Cosechados	Kilos por Há	N° de Est.	Hás Sembradas	Kilos Cosechados	Kilos por Há	N°de Est.
Trigo	11.654	14:056.831	1.206	229	82.091	100:703.274	1.227	988
Maíz	402	404.750	1.007	87	5.884	5:410.615	920	746
Cebada Cervecera	4	5.000	1.250	1	460	493.250	1.072	16
Lino	1.572	763.525	486	49	9.048	4:312.425	477	216
Girasol de 1a.	124	59.850	483	9	21.284	14:051.068	660	366
Girasol de 2a.	83	41.900	505	4	1.248	450.100	361	34
Remolacha azucarera	9	356.000	39.556	4	947	25:204.045	26.615	86
Maní	20	4.000	200	1	266	199.682	751	34

CUADRO 11.- CULTIVOS FORRAJEROS

7a. Sección Policial y Total del Dpto. de Río Negro

CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

CULTIVO	7a. Sección		Dpto. de Río Negro	
	Hectáreas	N° de Establec.	Hás	N° de Establec.
Trigo Forrajero	261	18	4.161	73
Sudan -Grass	29	7	2.765	110
Alfalfa	55	8	1.829	61
Lotus	-	-	1.951	24
Avena forraje	5.903	154	49.670	797
Ray - Grass	258	14	5.709	79
Mezclas	874	10	14.659	102
Sorgos Híbridos	51	3	3.867	54
Otros sorgos	-	-	1.407	7

CUADRO 12.- PRINCIPALES CULTIVOS HORTICOLAS

7a. Sección Policial del Dpto de Río Negro

CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

CULTIVO	7a. Sección Policial			
	Has. Sem.	K. Cosecha	k/Há	N° de Est.
Papas de verano	71	313.401	4.414	90
Papas de otoño	15	65.400	4.360	20
Boniatos y Batatas	110	702.550	6.387	136
Maíz Dulce	26	30.201	1.162	30
Zanahoria	52	362.720	6.975	48
Cebollas	6	44.746	7.458	23
Zapallos	66	397.471	6.022	100
Zapallitos	6	12.368	2.061	20
Sandías	5	26.000	5.200	10
Melones	4	26.500	6.625	8

CUADRO 13.- PRINCIPALES CULTIVOS FRUTALES Y VID

7a. Sección Policial del Dpto de Río Negro

CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

ESPECIES	7a. Sección Policial			
	N° de plantas en producción	K. de producción	K/plantas	N° de Est.
Naranjas(todas las varied.)	3.501	72.199	20,34	97
Mandarinas	1.631	38.824	23,80	84
Limón	1.452	43.970	30,28	138
Duraznos	3.755	55.725	14,84	72
Ciruelos	1.920	44.290	23,07	88
Olivos	9.612	287.100	29,87	19
Uva de vino	413.225	1:481.290	3,58	10
Uva de mesa	31.567	59.610	1,89	17

CUADRO 14.- MAQUINARIA E IMPLEMENTOS AGRICOLAS
7a. Sección Policial y Total del Dpto de Río Negro
CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

T I P O	7a. Sección Número	Dpto de Río Negro Número
Tractores:		
Hasta 18 H P.	34	131
De 18 a 25 H P.	52	222
De 25 a 50 H P.	119	778
De más de 50 H P.	115	515
Motores:		
Combustión interna	81	584
Eléctricos	22	181
Rastras:		
de dientes : 1 cuerpo	62	283
" " 2 cuerpos	61	214
" " más cuerpos	318	1870
de discos : Menos 24 discos	53	1397
" " más de 24 discos	89	425
" " Excéntrica	14	201
Rastrillo de Forraje	38	134
Guadañadoras	55	186
Rastreras rotativas	24	158
Hileradoras	5	70
Segadora atadoras	2	36
Cosechadora de arrastre	46	184
Cosechadora automotriz	57	412
Cosechadora de maíz	-	7
Cosechadora de forraje	4	20
Trilladoras	3	10
Desgranadoras	104	535
Enfardadora mecánica	6	37
Molino de forraje	10	96
Arados de tracción animal -Mancera	266	1.039
Arados de tracción animal 1 reja	29	199
Arados de tracción animal 2 rejas	78	279
Arados de tracción mecanica 1 reja	5	28
" " " " 2 rejas	33	153
" " " " + de 2 rejas	150	669
" " " " 1 - 2 discos	10	49
" " " " 3 - 5 discos	64	630
" " " " + de 5 "	16	103
Carpidores	160	594
Rastrojeras	39	435
Rodillos	3	52
Sembradoras en línea	138	638
Sembradoras de voleo	41	186
Sembradoras de zapata	3	28
Sembradoras de otras formas	17	74
Equipos pulverizadores - Mochila	86	227
" " " - Animal	3	4
" " " - Tractor	81	136
Equipos espolvoreo	6	41
Distribuidoras de abono	27	217
Carros	271	1680
Carretas	4	50
Automoviles	60	290
Camionetas	153	669
Camiones	54	427
Aviones	1	14
Remolque tractores	34	365

CUADRO 15.- **M E J O R A S**

7a. Sección Policial y Total del Dpto de Río Negro

CENSO GENERAL AGROPECUARIO 1966

TIPO DE MEJORA	7a. Sección		Dpto de Río Negro	
	Numero	Establec. c/mejora	Número	Establec.
Potreros total	1511	383	10.529	2.062
Potreros c/aguadas	950	273	7.063	1.503
Piquetes	352	219	2.452	1.256
Corrales	347	737	2,238	1.188
Bretes Vacunos	126	70	1.114	546
Bretes lanares	177	63	2.074	708
Bañaderos Vacunos	22	22	246	238
Bañaderos lanares	48	38	396	354
Bebederos	577	246	4.800	1.039
Pozos agua potable	321	226	1.966	1.264
Pozos para riego	12	12	125	110
Pozos agua potable para riego	145	120	435	328
Molinos de viento	289	240	1.516	879
Tajamares	36	35	475	310
Tanques australianos	116	77	846	395
Otros tanques para agua	200	164	986	720
Silos aéreos	1	1	10	7
Silos subterráneos	5	5	54	27
Galpones	482	302	2.536	1.540
Galpones superficie x m^2	24.418	--	235.260	--

CALCULO DE LA MUESTRA DEL DISTRITO.

Nelson Amaral

A los efectos de la obtención de datos sociológicos, técnicos de producción y económicos, de la zona, fue necesario realizar una encuesta entre productores.-

A los efectos del cálculo de la muestra, el universo total a ser encuestado fue dividido en dos grandes grupos; uno constituído por los productores de la Colonia Tomás Berreta y el otro por los productores restantes comprendidos entre los límites de la 7a. Sección Policial (Unidad de Tabulación Censal) del Departamento de Río Negro.-

Para la determinación de los productores de la muestra en cada uno de estos dos grupos, se siguieron procedimientos distintos, de acuerdo con la información básica disponible, según se detalla a continuación.-

A) Muestra de productores de la Colonia Tomás Berreta.

Antecedentes disponibles: se dispuso de una lista de colonos en la cual se especifica: -Número de la fracción
-Nombre del colono
-Area de que dispone cada colono

De acuerdo con los datos disponibles y teniendo en cuenta los objetivos del estudio, se procedió a :

1) Eliminar de la lista las parcelas destinadas a actividades no agrícolas (escuelas, comisarías, sociedades de fomento, etc)

2) Se agruparon las parcelas por tamaño, con intervalos de 5 en 5 hectáreas, a los efectos de ver su distribución de frecuencia.

3) En base al agrupamiento anterior, se reagruparon las parcelas en 6 estratos de muestreo, con intervalos diferentes:

Estrato	Intervalos	Nº de parcelas
1	de 15 a 24 has.	30
2	de 25 a 34 has.	54
3	de 35 a 54 "	21
4	de 55 a 74 "	24
5	de 75 a 99 "	28
6	de 100 y más	33
Total		190

4) Se procedió a cálcular el tamaño de la muestra para un error máximo permitido, de estimación de la variable superficie.- Se usó esta sola variable a los efectos del cálculo del tamaño de la muestra por el ser el único dato que se disponía.- Por otro lado, se parte del supuesto de que la mayoría de las variables que se estudiarán en la encuesta se encuentran correlaccionadas con el tamaño de la parcela.-

Para el cálculo del tamaño de la muestra se supuso que un error de estimación de la media de superficie de las parcelas del 2 % era aceptable perfectamente para estudios de esta naturaleza.-
El cálculo del número de productores a encuestar, fue realizado usando las siguientes fórmulas matemáticas:

$$n = \frac{\left(\sum N_j \sigma_j\right)^2}{\frac{N^2}{t^2} d^2 + \sum N_j \sigma_j^2}$$

y la distribución de los productores a encuestar dentro de cada uno de los 6 estratos de tamaño fue hecha en forma proporcional al número de productores en cada estrato

$$n_j = \frac{N_j}{N} n$$

donde:

n = número de productores a encuestar

N_j = número de productores en el estrato "j".

σ_j = Variancia del tamaño de las parcelas en el estrato "j"

N = Número total de productores en la Colonia

n_j = Número de productores a encuestar en el estrato "j".

d = Error máximo de estimación de la media de la superficie de las parcelas.

t = Factor de corrección dado por la "tabla t"

La fórmula de distribución de propiedades a encuestar en cada estrato de superficie permite la obtención de un porcentaje de muestreo igual en cada estrato, lo que facilita posteriormente la expansión de los datos de la muestra.-

De acuerdo con la fórmula anterior, el tamaño de la muestra de colonos de T.T.B. fue de 63 productores, los que distribuídos en cada uno de los estratos significa:

Estrato	N° de productores a encuestar
1	10
2	18
3	7
4	8
5	9
6	11
Total	63

5) Se procedió, posteriormente, a sortear, usando la tabla de "Números al azar", los productores que serían encuestados en cada estrato de tamaño.- Para cada estrato se sorteó un 50 % más de productores, por si hubiera necesidad de sustituir alguno de los casos y/o fuera necesario aumentar la muestra.-

6) Una vez conocido los nombres de los productores que deberían ser encuestados, se hizo una estimación del error de muestreo en base a la superficie de las parcelas tomadas en la muestra, según se puede observar en el siguiente cuadro numérico:

ESTIMACION DE SUPERFICIE
CON BASE EN LA MUESTRA
EN LA COLONIA TOMAS BERRETA

	N° Productores	N° de Muestras	% de Muestra	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE MUESTRA	% MUESTRA	EXPANSION X MUESTRA	EXPANSION X x N (superficie)	Diferencia con total	% de error
ESTRATO 1	30	10	33.33	632	207	32.75	20.70	621.00	- 11.00	- 1,7
2	54	18	33.33	1573	532	33.82	29.56	1596.24	+ 23.24	+ 1.4
3	21	7	33.33	925	308	33.30	44.00	924.00	- 1.00	- 0.1
4	24	8	33.33	1561	493	31.58	61.63	1479.12	- 81.88	- 5.2
5	28	9	32.14	2448	799	32.64	88.78	2485.84	+ 37.84	+ 1.5
6	33	11	33.33	4127	1306	31.65	118.73	3918.09	-208.91	- 5.0
TOTAL	190	63	33.16	11.266	3645	32.35	57.86	11024.29	-241.71	- 2.1

B) Muestra de productores de la 7a. Sección Policial de Río Negro, no incluidos en la Colonia Tomás Berreta.-

Antecedentes disponibles: La información básica disponible fue el listado de productores censados en 1966, en el cual constan, entre otros, los siguientes datos:

- Nombre del productor
- Sector Censal
- Escala de Superficie
- Si es colono del INC
- Número de establecimiento que posee cada productor

Con base en los datos disponibles se procedió a:

1) Separar del listado todos los colonos del INC, ya que habían sido objeto de muestreo en el primer grupo.

2) Se agruparon los establecimientos de los productores que tenían más de un predio en la 7a. sección.

3) Se eliminaron aquellos casos que no eran explotaciones agrícolas.

4) Se agruparon los predios de acuerdo a las escalas de superficie respectando los estratos originales del Censo.

5) Se estableció, a priori, la necesidad de encuestar el 25 % de los productores en cada estrato, tomándose, además, todas las propiedades de más de 5.000 hectáreas. De acuerdo con este criterio, adoptado ante la imposibilidad de calcular el tamaño de la muestra como en el caso anterior, por falta de información para cada productor, se estimará el error de muestreo una vez realizada la encuesta con base en los datos de 1966.-

6) De acuerdo con los criterios anteriormente expuestos, la muestra para productores no colonos del INC, es la siguiente:

Número de productores no colonos del IIC, en la 7a. Sección de Río Negro a ser encuestados

Escala de Superficie				N° de productores total	N° de Productores a encuestar (25% del total)
1	a	4.99	Has.	30	8
5	a	9.99	"	54	14
10	a	19.99	"	32	8
20	a	49.99	"	30	8
50	a	99.99	"	18	5
100	a	199.99	"	21	5
200	a	499.99	"	28	7
500	a	999.99	"	5	2
1000	a	2.499.99	"	14	3
2.500	a	4.999.99	"	--	-
5.000	a	9.999.99	"	1	1
10.000 y más hectareas				-	-
	Total			233	61

7) El sorteo de productores dentro de cada estrato de tamaño, fue realizado usando la tabla de "números al azar" y sacándose un 50 % más de productores para proveer las posibles substituciones que eventualmente pudieran ser necesario realizar y/o la posibilidad de ampliar la muestra.-

PRODUCTORES A ENCUESTAR EN LA 7a. Sec. Pol. DE RIO NEGRO FUERA DE LA COLONIA "TOMAS BERRETA"

No.de orden Muestreo	Estrato Superficie	No.Formulario censo	Sector Censal	Nombre del Productor
Titulares				
18	00	61980	2	Avelino Figari
8	00	61881	1	Archibaldo Bonte
22	00	61963	2	Pedro B. Covil
28	00	62078	2	Osvaldo Fripp
11	00	61908	1	Amado Martínez
24	00	62050	2	Angel Celestino Cuervo
6	00	61809	2	José Coscia
21	00	61985	2	Tomás Bartezagui
Suplentes				
3	00	61797	1	Mario T. Sosa
27	00	62077	2	Honorio Fripp
19	00	61982	2	Radio Rincón
16	00	61969	2	M. Bentancur Loyarte
Titulares				
25	01	61967	1	Enrique Fiorelli
30	01	62029	1	María A. de Chollet
47	01	61868	3	Leonidas Arbiza
16	01	61882	1	Ruben Grasso
26	01	61975	2	Ramón Carro Rey
21	01	61906	1	Suc. Anacleto M. Pintos
6	01	61787	3	Horacio Giorello
42	01	62082	2	Pedro Marín
46	01	62092	2	Guillermo Nuñez
5	01	61760	1	Carlos Guillermo Mendis
28	01	61987	1	Miguel Roccopi y G. Arbelo
27	01	61981	2	Juán José Bardier
17	01	61883	1	Hilderico Grasso
53	01	62186	2	Luis Arrozogaray
Suplentes				
1	01	61752	1	Carrasco y Rodrigo
31	01	62030	1	María A. de Chollet
32	01	62037	3	Alipio Cerruti
15	01	61880	1	Buenaventura Tiscornia
41	o1	62081	2	Romano Vaninetti
18	01	61887	1	Juan Castro
33	01	62042	3	Luis Juan y Ma. Besozzi
Titulares				
2	02	61796	1	Oliveri Hnos.
19	02	62070	1	Juan B. Goytiño
15	02	61974	2	Alejandro Bugayov
21	02	62089	2	Otto A. Cerides Rohner
31	02	62187	2	Guillermo Dotti
22	02	62091	2	Artigas Pereyra Rohner
29	02	62104	2	Rafael Romero
8	02	61897	1	José Pintos
Suplentes				
6	02	61808	2	Raul W. Cabrera
1	02	61751	1	Rodrigo y Barriola
16	02	61976	2	Pedro Postiglioni
30	02	62105	2	Wilma Rovetta de Slusar

No.de orden Muestreo	Estrato Superficie	No.Formulario censo	Sector Censal	Nombre del Productor
Titulares				
5	03	61793	1	Juan Carlos Siri
24	03	62061	1	Aquilo Barreto
28	03	62101	2	Roberto Mario Gomez
29	03	61872	1	Ricardo Gauthier
13	03	61895	1	Anastasio Izuardi
10	03	61879	1	Esteban Nedor
3	03	61784	3	Juan Fernando Córdoba
11	03	61892	1	Jacinto P. Avila
Suplentes				
19	03	61989	2	Enrique Rene Vinale
26	03	62094	2	Boris Stavassoff
9	03	61877	1	Mario A. Graña
21	03	62051	1	Manuel Rohner
Titulares				
1	04	61757	2	Juan José Laborde
10	04	61961	2	Elías Gautier
5	04	61812	2	Antonio A. Otorguéz
4	04	61804	2	Nestor Saúl Duffaut
12	04	62053	1	Raul A. Félix
Suplentes				
17	04	62060	1	Ruben Andrés Félix
9	04	61894	1	Francisco Izuardi
3	04	61802	2	Julio Adolfo Rohner
Titulares				
21	05	61869	3	Rodolfo Gauthier
7	05	61915	1	Diomedes Sanchez
5	05	61889	1	Carlos Ma. Pedrozo
10	05	62028	1	Pedro Buaiov Almilov
9	05	62025	3	Guillermo Brememan
Suplentes				
3	05	61844	2	Rufino René Olivera
13	05	62039	3	Antonio Perdomo
8	05	61972	2	
Titulares				
7	06	61845	2	Rufino René Olivera
5	06	61790	3	Isidoro Arguimbao
15	06	61864	3	Tomás L. Linale
1	06	61778	2	Segundo Arguimbao
6	06	61842	2	Humberto Hugo Pastan
27	06	61871	1	Guillermo Bremerman
20	06	62033	1	Jesús M. Vizcaino
Suplentes				
22	06	62071	1	Emilio Martino Premoli
17	06	61888	1	Lavalvia Hnos.
13	06	61858	3	Nelson Mazzilli
Titulares				
1	07	61782	3	Eduardo y Ricardo Rohner
5	07	61870	3	Justo Morgan
Suplentes				
4	07	62036	3	Alipio Cerruti
2	07	61852	3	Loreto Conrado Britos
Titulares				
12	08	62044	3	Pedro C. Fraschori
10	08	62034	1	Caviglia Fiorrianzo
14	08	62074	1	Carlos y E. Lanata
Suplentes				
13	08	62049	3	La Independencia S. Civil
6	08	61859	3	Cesar M. Edduayen
Titulares				
1	10	61777	2	S.A. Ermitaño de F.Bentos (2 predios)

PRODUCTORES A ENCUESTAR EN LA COLONIA "TOMAS BERRETA"

No.de Orden Muestreo	Superficie	No.de Orden	No. de Parcela	Nombre del Productor
Estrato 1	Titulares			
16	22	140	137	Alejandro Amilcar Romero
24	20	162	160	Pedro Gagauz Abraam
6	21	73	68	Pedro Manasliski
7	23	78	74	Raul Edilio Bertinat
28	23	179	177	Andrés Demov
14	22	136	133	María Pérez de Montesdeoca
17	18	144	142	Luis Alberto Fripp
11	18	133	130	Antonio Manuel Morell
8	23	79	75	Ramón Enrique Pérez
18	17	145	143	Frida Weber de Fassi
	Suplentes			
27	21	169	167	Agustín Correa
15	21	138	135	José C. Martínez
5	21	72	67	Miguel Bugaiov
20	23	151	149	Cristina J. de Egorov
10	24	125	122	Juan Alenikov
Estrato 2	Titulares			
39	26	165	163	Pablo Egorov
31	29	150	148	Epifanio A. Barreto
29	26	148	146	Juan J. Sanchez Martínez
44	33	176	174	Hector J. Pedrozo
46	32	178	176	Jacobo Bugaiov
12	30	76	72	Pedro Bugaiov
13	31	77	73	Lorenzo Gonzalez Pose
35	34	157	155	Pedro Ruperto Coscia
43	31	175	173	Alcides R. Steinhauser
53	25	187	185	Alberto D. Fabre
24	25	137	134	Sebastiana O. de Montesdeoca
6	27	63	58	Teodoro Nentchoff Ivanoff
20	34	128	125	Juan A. Dall'Oglio
38	30	164	162	Antonio C. Volonchinki Nan
47	27	180	178	Raul Walter Cabrera
14	30	84	81A	Augusto P. Schulze
11	29	75	71	Nicolás Ciavdar
23	33	132	129	Francisco Luis Fassani
	Suplentes			
19	32	127	124	Juan E. Pérez Risso
37	33	161	159	Verónico M. Fernández
48	26	182	180	Juan Pedro Castro
36	27	160	158	Pablo Flaviano Perdomo
42	34	173	171	Amalia T. Mazzoni de Prestes
49	25	183	181	Carlos Gelves Guerra
16	27	123	120	José P.Dall'Oglio
9	32	68	63	Alejandro Bugayov
50	26	184	182	Cristino A. Santisteban
Estrato 3	Titulares			
13	46	82	80	Feliz Montes de Oca
16	52	141	138	Likera D. de Ochocovskiy
21	36	174	172	María A. Goytino de Chollet
12	43	81	77y78	Pedro Aurelio Cayrus
15	39	129	126	Roberto Fermín Antonioli
18	39	167	165	Mario Mazzoni
5	53	35	30	José Mario Elnis
	Suplentes			
10	36	66	61	Ignacio Slusar
7	40	58	53	Juan J. Acosta Rocha
14	42	83	81	Jesús V. Peralta
11	49	69	64	Demetrio Demov

No.de Orden Muestreo	Superficie	No.de Orden	No. de Parcela	Nombre del Productor
Estrato 4	Titulares			
6	60	34	29E	Andrés Slusar
17	56	87	84B	Juan Abalos Cano
1	57	2	A2	Roberto María Gómez
23	71	117	114	Juan T. Arbiza
24	70	50	45	José Frutos Medina
4	55	28	27	Otto José L. Fragello
13	67	43	38	Lorenzo Angel Banchero
9	57	39	34	Juan Carmelo Hernández
	Suplentes			
12	63	42	37	Gloria del C.G. de Vacarisas
21	73	107	104	Denis Hugo Rivoir
19	70	103	100	Bartolo L. Cartando
EStrato 5	Titulares			
5	87	29	28Ay28B	Basilio Simón Kulik
16	93	96	93	Luján Enrique Bevegui Sosa
23	94	115	112	Juan Terechenko
7	92	45	39	Atilio N.Félix Armand Ugon
22	86	114	111	Carlos Humberto Gómez
10	82	49	44	Valentina T. de Bordeli
26	93	120	117	Isaias Sierra Díaz
24	85	116	113	Francisco C. López Pages
27	87	121	118	Ariel Nieto
	Suplentes			
21	96	110	107	Luis Ramón Ultra Giménez
11	85	51	46	Alberto C. Graña
12	82	52	47	Carlos M. J. Cacciatori
1	89	8	8	Martín E. Borges
2	76	9	9	Kasimira B. de Motuzas
Estrato 6	Titulares			
16	106	25	24	Pedro María Sosa
8	131	12	12	Juan Carlos Antonioli
9	131	13	13	Velico V. Sarandeff
19	120	90	87	Juan C.M. Escalante
25	128	97	94	Enrique Comando López
20	119	91	88	Higinio Valdazo
11	117	15	15	Federico Rochon Rostand
28	108	100	97	Pedro Oscar Lomez
30	134	112	109	Jacinto A. Pouso Bagnasco
6	107	7	6	Francisco Batto Rossi
23	105	94	91	Noel Hugo Geymonat
	Suplentes			
2	139	3	2	Catalina V. Acosta
31	101	113	110	Santiago A.B. Rey Pereyra
21	131	92	89	Hugo Omar Hernández
33	173	190	188y189	Carlos Escalante Matos
15	116	24	23	Lucía Angélica R.H. de Barreto
7	122	11	11	Eduardo P. Nidegger

II.1.2.2.

Formulario N°

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

ZONA SUR; MONTEVIDEO - URUGUAY

ENCUESTA SOCIO-ECONOMICA EN LA 7° SECCION POLICIAL DEL DEPARTAMENTO DE RIO NEGRO

AÑO AGRICOLA : 1° Mayo 1967 - 30 Abril 1968

CONFIDENCIAL

ENCUESTADOR

FECHA

Formulario: N° _____

ENCUESTA DE ADMINISTRACION RURAL

FECHA _____ N° PADRON CENSAL _____

DURACION ENCUESTA _____ SECTOR CENSAL _____

I) PRODUCTOR

Nombre del productor _____

¿Quién administra el establecimiento?

- Productor [ ]
- Administrador [ ]
- Ambos [ ]
- Capataz [ ]

II) UBICACION

Localidad o paraje _____

Colono: Si [ ] No [ ]

N° de la parcela: _____

Distancia por caminos a Fray Bentos: -------Kms
Transitable todo el año: Si [ ] No [ ]
Epoca intransitable _____

Distancia por caminos a Mercedes .....Kms
Transitable todo el año: Si [ ] No [ ]
Epoca intfansitable _____

Distancia al camino bituminoso _____

III) TENENCIA

		TOTAL Has. CUAD.	HAS/CUAD.	VALOR TIERRA S/M (unitario)	VALOR TOTAL S/M
PROPIETARI O	Adentro				
	Afuera				
ARRENDATARIO	Adentro				
	Afuera				
TOMA MEDIAN.	Adentro				
	Afuera				
CEDE MEDIAN.	Adentro				
	Afuera				
OCUPANTE	Adentro				
	Afuera				
OTRAS FORMAS	Adentro				
	Afuera				
TOTAL	Adentro				
	Afuera				

Dacto arrendamiento $ ...../Há/cuadra

Condiciones Medianería _____

Formulario N° _____

IV) USO DE LA TIERRA

	HAS	CUADRAS
Cultivos anuales individuales		
Cultivos anuales asociados		
Cultivos anuales c/praderas artificiales		
Praderas artificiales permanentes		
Praderas artificiales anuales		
Frutales		
Viñedos		
Huerta		
TOTAL Superficie cultivada		
Plantaciones forestales		
Campos naturales		
Montes naturales		
Indirectamente productivas		
Improductivas		
SUPERFICIE TOTAL		

V.-Cultivos Anuales

Cereales, Industriales y Hortícolas:

A: Asociados M: Medianería

R: Repetidos D: Directa

Unidades:

Sacos _____ Kgs. Fanegas ____ Kg.

Bolsas _____ Kgs. _____ Kgs.

Comercialización: (1)

A. Directa
B. Intermediario
C. Cooperativo
D. Industria

CULTIVO	M D	A ó R con	Superficie			Cosecha				Destino de la Cosecha							Valor de la Cosecha				
										Número de Unidades											
			Unidad	Sembrada	Cosechada	Por unid. de Super	Norm. p/Und de Sup.	Total	UNIDAD	Venta.	com. (1)	Semilla.	Consumo Prod.	Consumo Anim.	Mediero	Valor unidad	Venta $	Semilla $	Consumo Prod. $	Mediero. $	Consumo Peones $
Totales																	a	b	c	d	e

Lugar de Venta de los Cultivos

_____

_____

_____

VI.-Cultivos Forrajeros

A: Asociados
R: Repetidos

Unidades: Fardo ____ Kgs.
_____ Kgs.

(1) Sistemas:
a) pastoreo solo
b) pastoreo y heno
c) past. y semilla
d) sólo cortes
e) cortes y semilla _____
f)

(2) Comercialización:
A. Directa
B. Intermediario
C. Cooperativo
D. Industria

CULTIVO	A ó R con	Edad	Sistema (1)	Sup. Há /Cda	Cosecha				Venta				Consumo		Valor de la cosecha vendida				VALOR dejado para SEMILLA
					Unid. Heno	Unid. Semilla.	HENO No.de Unid.	SEMILLA No.de Unid.	HENO No.de unid.	com (2)	SEMIL. No.de Unid.	com (2)	HENO No. de unidad.	SEMILLA	Valor Unitario		Valor total		
															HENO	SEMILLA	HENO	SEMILLA	
																	f	g	h

No.de cortes en la Alfalfa _____

Manejo de Empastadas

1. Guarda forraje en: Silo/____ Parva silo/____
   Silo zanja ____ Heno/____
2. Usa soiling? Si/____ No/____
3. Usa cerco eléctrico? Si/____ No/____
4. Sistema de pastoreo: Rotativo/____
   Diferido/____ Permanente/____

Engordes

1. Hace engordes? Si/____ No/____
2. En praderas: Artif./____
   Natur./____
3. Qué animales _____
   No.de animales _____
4. Meses de engorda _____

Pastoreos Recibidos

1. Tipo de animales _____
2. No. animales ____ No. meses _____
3. $ mensual c/u. _____
4. Total recibido $ _____ i

Formulario N° _____

VII.- PLANTACIONES FRUTALES Y VIÑAS

Especies	P I	E D A D	Sup. H/C	N° de Plantas	Cosecha Total		Destino Cosecha		Valor de la Cosecha		
					Unidad	N°	Venta	Consumo	Valor Unidad	Valor Venta	Valor Cons.
										j	k

Viticultura

1. Qué variedades utiliza? _____
2. Son injertadas? Si ____ No ____ 3. Cuál la mejor? _____
4. Hace tratamientos sanitarios? _____ Cómo? _____
5. Labores culturales? _____

VIII.- PLANTACIONES FORESTALES

Monte Artificial

Especies	Sup.	N°. de plantas	Edad

1. Qué resultados ha obtenido con estas especies? _____

Producto	PRODUCCION		Consumo	Venta	VALORES			Lugar de Venta
	Total	Unidad			Unita-	Consumo	Venta	
Madera								
Leña								
Carbón								
TOTALES						l	m	

1) Cada cuántos años explota: _____

2) Sistema de explotación solo ____ En medianería ____

Otros sistemas: _____

IX.- BOVINOS CARNE

FORMULARIO N: .....

MOVIMIENTO ANUAL

	EXISTENCIA ACTUAL			VENDIDOS			CONSUMIDOS			MUERTOS		COMPRADOS			EXISTENCIA INICIAL		
	N:	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	N:	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	N:	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	N:	CAUSA	N:	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	N:	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Toros y toritos																	
Vacas																	
Vaquillonas no entoradas																	
Vaquillonas entoradas																	
Novillos de 2 años y +																	
Novillos de menos de 2 años																	
Terneros																	
						u			c					N			

N: de terneros nacidos el último año: .....

Raza explotada .....

Dotación anual máxima ..... Dotación anual mínima ..... Dotación anual promedio .....

VENTA DE OTROS PRODUCTOS BOVINOS

	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
CUEROS			
CARNE			
CERDA			
			P

Formulario N° _____

X.- O V I N O S

O V I N O S	Existencia Actual			Movimiento Anual														
				Vendidos			Consumidos			Muertos		Comprados			Existencia Inicial		
	N°	Val. Unit.	Val. Total	N°	Val. Unit.	Val. Tot.	N°	Val. Unit.	Val. Tot.	N°	CAUSA	N°	Val. Unit.	Val Tot.	N°	Val. Unit.	Val. Tot.
Carneros																	
Ovejas																	
Borregas																	
Corderos																	
						q			r					M			

N° de corderos nacidos el último año: _____

Raza explotada: _____

Dotación Anual máxima _____ Dotación Anual mínima _____ Dotación anual promedio: _____

XI.- S U I N O S

S U I N O S	Existencia Actual			Movimiento Anual														
				Vendidos			Consumidos			Muertos		Comprados			Existencia Inicial		
	N°	Val. Unit	Val. Tot.	N°	Val. Unit	Val. Tot.	N°	Val. Unit.	Val. Tot.	N°	CAUSA	N°	Val. Unit.	Val. Tot.	N°	Val. Unit.	Val. Tot.
Verracos																	
Cerdas madres																	
Cerdos + de 6 meses																	
" - de 6 meses																	
Lechones																	
						rr			s					O			

Lechones nacidos el último año: _____

XII.- AVES

	Existencia Actual		
	N°	Valor Unit.	Valor Tot.
Gallinas			
Patos			
Pavos			

XIII.-LECHERIA

1°)N°de vacas en ordeñe ..... N° de vacas secas _____

2°)Producción leche diaria ____lts. N° de ordeñes _____

3°)Cría los terneros si ☐ no ☐ Ordeña con terneros si ☐ no ☐ Que tiempo da leche a Terneros _____días

4°)Industrializa la leche? si ☐ no ☐ Cantidad de leche para 1 kilo de manteca _____lts.

5°)Cantidad de leche para 1 kilo de queso _____ lts.

PRODUCTO	PRODUCCION TOTAL	CONSUMO			VENTAS Y/O INDUSTRIALIZACION			
		Animales lts.	Humano Cantid.	Valor Total	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	LUGAR VENTA
Leche								
Queso								
Manteca								
Crema								
				u			v	

PRODUCCION	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
Leche				
Queso				
Manteca				
Crema				

XIV.- PRODUCCION DE LANA

CATEGORIAS	N° DE ANIMALES ESQUILADOS	KILOS PRODUCIDOS.-	PRECIO POR 10 KILOS	CANTIDAD VENDIDA KLS.	VALOR TOTAL $	LUGAR DONDE VENDE
DE VELLON						
DE BARRIGA						
DE CORDERO						
					w	

Formulario N° _____

XV. OTROS CAPITALES

A. MEJORAS

1) CONSTRUCCIONES:

CONCEPTO	Cantidad	Tamaño (M^2)	MATERIAL Paredes	Techo	Piso	Edad	Estado	VALOR Actual	Gastos de reparac. por año
Casa principal									
Casa del personal									
Galpones									
Cabañas									
Establos									
Cobertizos									
Bodegas									
Gallineros									
Chiqueros									
Silos Areos									
Silos Subterr.									
Tubos									
Cepos									
Baño vacunos									
Baño lanares									
Molinos									
Aljibes									
Pozos									
Bebederos									

2) ALAMBRADOS Y CORRALES:

CONCEPTO	Cantidad	Tamaño	Longitud	Postes	Piques	Hilos	Edad	Estado	Valor Actual	Gastos rep. por año
Alambrados perimetrales										
Alambrados interiores										
Corrales bretes										
Cerco electrico										

3) AGUADAS:

Aguadas	NATURALES Temporaria	NATURALES Permanente	ARTIFICIALES	VALOR NUEVO	VALOR ACTUAL	Gastos de reparac. por año

	Cantidad	Volumen	Material	Valor	Gastos de rep/año
TANQUES AUSTRALIANOS					

B) ANIMALES DE TRABAJO

	Cantidad	Edad	Valor
bueyes			
caballos			
mulas			

Formulario N°_____

C) Maquinaria e Implementos de Uso en el Establecimiento

NOMBRE	CANTIDAD	AÑOS EN EL ESTABLECIM.	VALOR ACTUAL		GASTOS DE REPAR.	OBSERVACIONES
			UNI.	TOT.		
Automóvil						
Caminneta						
Camión						
Carro						
Carreta						
Remolque						
P/Tractor						
Tractor(1)						
Arado mancera						
Arado carro						
Arado de 1 reja						
Arado de 2 rejas						
Arado de 3 rejas						
Arado discos(2)						
Rastra dientes						
Rastra discos(2)						
Cultivadora						
Pastera						
Rastrillo						
Sembradora						
L - V						
Desgranadora						
Cosechadora						
" automotris						
Cargador aéreo						
Abonadora						
Molino a martillo						
Máquina de esquilar						
Enfardadora						
Bombas						
Motores (excepto para luz)						
Equipo de luz						
Pulverizadoras						
Ordeñadora						
Desnatadora						
Herramienta menores						

1) Tipo de tractor (de ruedas, de oruga, H P)

2) N° de discos.

Formulario No._____

XVI.-PRACTICAS Y GASTOS DIRECTOS

A) Tiempo empleado en Prácticas Agrícolas

Cultivo anterior	Cultivo actual	Superf. Hás. Cdas.	Practicas	Mes	No. de personas			Total Jornadas	Elementos Usados
					Varones Adultos	Mujeres y menores de 15 años			
					No. Hs.	No.	Hs.		

XVI.-PRACTICAS Y GASTOS DIRECTOS

Formulario No.________

A) Tiempo empleado en Prácticas Agrícolas

Cultivo anterior	Cultivo actual	Superf. Hás. Cdas.	Practicas	Mes	No.de personas				Total Jornadas	Elementos Usados
					Varones Adultos		Mujeres y menores de 15 años			
					No.	Hs.	No.	Hs.		

Prácticas:

1. Arada profunda
2. Arada liviana
3. Rastrojeada
4. Siembras en lineas a .... cms.
5. Siembra al raleo
6. Preparación tierra de almácigos.
7. Siembra de almácigos
8. Carpida de almácigos
9. Riego de almácigos
10. Trasplante
11. Carpida
12. Aporque
13. Abonado
14. Aplicación de herbicidas
15. " " insecticidas
16. " " funguicidas
17. Raleo
18. Cosecha
19. Trilla
20. Emparve
21. Desgranar
22. Acondicionar
23. Limpieza de Semilla
24. Cura de Semilla
25. Deschale
26. Acarreo
27. Riego

Formulario No.________

XVI.-PRACTICAS Y GASTOS DIRECTOS

A) Tiempo empleado en Prácticas Agrícolas

Cultivo anterior	Cultivo actual	Superf. Hás. Cdas.	Practicas	Mes	No.de personas				Total Jornadas	Elementos Usados
					Varones Adultos		Mujeres y menores de 15 años			
					No.	Hs.	No.	Hs.		

Prácticas:

1.Arada profunda
2.Arada liviana
3.Rastrojeada
4.Siembras en lineas a .... cms.
5.Siembra al raleo
6.Preparación tierra de almácigos.
7.Siembra de almácigos
8.Carpida de almácigos
9.Riego de almácigos
10.Trasplante
11.Carpida
12.Aporque
13.Abonado
14.Aplicación de herbicidas
15. " " insecticidas
16. " " funguicidas
17.Raleo
18.Cosecha
19.Trilla
20.Emparve
21.Desgranar
22.Acondicionar
23.Limpieza de Semilla
24.Cura de Semilla
25.Deschale
26Acarreo
27.Riego

XVI.-PRACTICAS Y GASTOS DIRECTOS

Formulario No.________

A) Tiempo empleado en Prácticas Agrícolas

Cultivo anterior	Cultivo actual	Superf. Hás. Cdas.	Practicas	Mes	No.de personas				Total Jornadas	Elementos Usados
					Varones Adultos		Mujeres y menores de 15 años			
					No.	Hs.	No.	Hs.		

Prácticas:

1. Arada profunda
2. Arada liviana
3. Rastrojeada
4. Siembras en lineas a .... cms.
5. Siembra al raleo
6. Preparación tierra de almácigos.
7. Siembra de almácigos
8. Carpida de almácigos
9. Riego de almácigos
10. Trasplante
11. Carpida
12. Aporque
13. Abonado
14. Aplicación de herbicidas
15. " " insecticidas
16. " " funguicidas
17. Raleo
18. Cosecha
19. Trilla
20. Emparve
21. Desgranar
22. Acondicionar
23. Limpieza de Semilla
24. Cura de Semilla
25. Deschale
26. Acarreo
27. Riego

Formulario No._____

B) Trabajos de Campo

	Práctica	No. de animales tratados	Mes	Adultos		- 15 años		Observaciones.
				No.	Hs.	No.	Hs.	
VACUNOS	Vacunar							
	Marcar vacunos							
	Ordeñar a mano							
	Ordeñar a máquina							
	Racionar vacunos							
	No especificado							
CABRAS	Esquilar							
	Dar tomas							
	Señaladas							
	Bañar							
	No especificadas							
CERDOS	Vacunar							
	Dar raciones							
	Castrar							
	No especificadas							
AVES	Vacunar							
	Dar racion							
	Recoger huevos							
	No especificadas							

Números de veces que se recorren los campos por semana: _____
Cantidad de personas que recorren el campo:. . . . . _____
Horas empleadas en cada recorrida: . . . . . _____

C ROTACION DE CULTIVOS

Sector		Cultivos							
No.	Superf. Há/Cda.	Actual	No. años	Anterior	No. años	Penúltimo	No. años	Antepenúltimo	Próximo

D.-CULTIVOS REGADOS

CULTIVO	SUPERFICIE REGADA	SISTEMA RIEGO	RENDIMIENTO POR HA.	FUENTE DE AGUA	EPOCA DE RIEGO

 Formulario N° _____

E.-FERTILIZANTES

CULTIVO	Superficie Abonada Há/Od.	Nombre y Composición del Abono	Cantidad por Há.	Total de Abono usado	VALORES Unitar. $	Total $	Forma de Aplicación	Epoca
						A		

Si usa abonos: 1. Cuántos años hace que emplea abonos? _____

2. Qué resultado ha obtenido? _____

_____

Si no usa abonos: 1. Por qué? Muy caro /___/ Desconocimiento /___/ No cree /___/ No hace cultivos que lo necesiten /___/ La tierra no lo necesita /___/ Otras razones: _____

_____

2. Pinesa usarlo? Si /___/ No /___/

Existen problemas de: Suelos si /___/ no /___/

De fertilidad si /___/ no /___/

F.-EROSION

Tiene problemas si /___/ no /___/ Blanqueales _____ Hás.

Qué hace para controlarla?: a) Curva de nivel /___/

b) Fajas /___/

c) Cultivos alternados /___/

d) No hace nada /___/

G.-ACCIDENTES CLIMATICOS

PLAGAS - HONGOS - MALEZAS - AVES - PRODUCTOS FITOSANITARIOS.-

Cultivo	Ataque	Periodicidad del ataque	% de pérdida del total del cultivo.	Medio	Combate	Prod.usado	Cantidad.	Venta Unid.	Venta total

B

H.- SEMILLAS

Formulario N° _____

CULTIVO	Semilla Usada		Cantidad comprada.	Valor Unidad	Valor Total Compra	Tipo d/semilla (1)	Forma d/siembra (2)	Fecha de Siembra	Forma d/cosecha (3)	Fecha de cosecha.
	Por há/cd.	Unidad								
					C					

(1) Tipo de Semilla
- A. Propia
- B. S.O. de S.
- C. Vecinos
- D. Semillero Particular
- E. Comercio
- F. ESTANZUELA
- G. _____

(2) Forma de siembra
- A. Voleo a mano
- B. Voleo a máquina
- C. Línea a máquina
- D. _____
- E. _____
- F. _____
- G. _____

(3) Forma de Cosecha
- A. A mano
- B. Segadora
- C. Cosechadora
- D. Trilladora
- E. Pastoreo
- F. _____
- G. _____

I.- GASTOS DE COMBUSTIBLES.-

	UNIDAD	N° de Unidades	VALOR Unitario	Total
Nafta				
Gas-oil				
Kerosene				
Aceite				
Grasa				
Aguarrás				
Neumáticos				
				D

J.-PASTOREOS PAGADOS

ANIMALES	CANTIDAD	MESES	TOTAL PAGADO
			E

K.-Maquinaria que DA en arriendo	Valor cobrado $
TOTAL	

L.-Maquinaria que TOMA en arriendo	Valor pagado $	Tiempo arrendada.
TOTAL		
	F	

Formulario N° _____

M. GASTOS DE SANIDAD

Concepto	Unidades	Valor Unitario	V. Total
Vacuna c/			
Tomas			
Baños c/			
			G.

N. RACIONES Y SUPLEMENTOS

Categoría	Alimento	N° Animales	Meses de Suplem.	N° de días	Kg/días	Kgrs totales	Val. Unit.	Val. Total
Vacunos								
Suinos								
Aves								
								H

Ñ. GASTOS VARIOS $

Mat. rep. cercas	
" " casas	
" " caminos	
Seguros	
Contrib. Inmobiliaria	
Fletes pagados	
Envases	
Electricidad	
Alambre fardos	
Gastos herrería	
Gastos carpintería	
Tierra arrend. a otro	
Servicio veterinario y otros	
Técnicos	
TOTAL I	

XVI RECURSOS HUMANOS

Formulario N° _____

A.- EDAD, SEXO, ESCOLARIDAD, OCUPACION Y COMPOSICION FAMILIAR.-

COMPOSICION FAMILIAR	EDAD	SEXO	ESCOLARIDAD				OCUPACION												Valor Estimado M.O. Familiar $ (1)
							Trabajo en el predio		No trabaja	ACTIVIDAD FUERA DEL PREDIO									
										AGRICOLAS				NO AGRICOLAS					
			LEE	Escribe	Grado escolar	Más avanzado	Meses	Días		Admins.	Capataz	Mediero.	Peón	Empleado	Jornalero	Obrero	Servicio Doméstico	Otros	
																			j

B.- MOVILIDAD ESPACIAL.-

1. NACIONALIDAD: A) PRODUCTOR..... B)ESPOSA.....C)FAMILIARES.....
2. PROCEDENCIA: A) PRODUCTOR..... B)ESPOSA.....C)FAMILIARES.....
   (Localidad)..... ....
   (Departamento)..... ....
3. TIEMPO DE PERMANENCIA EN EL LUGAR .- A) PRODUCTOR.....B) ESPOSA.....

MORTALIDAD: Menores de 1 año ..... Mayores de 1 año .....

(1) Cálculo en la oficina.-

Formulario N° _____

E.- MANO DE OBRA PAGADA

PERSONAS	MESES EN QUE TRABAJA	DIAS TRABAJADOS.	SALARIO EN DINERO			TOTAL LEYES SOCIALES A/C. PRODUCT. $	REGALIAS PERSONAL						
			MENSUAL $	DIARIO $	TOTAL AÑO $		C/ CASA	C/ COMIDA	ANIMALES PAST.	ESTIMACION VALOR REGALIAS			
										CASA	COMIDA	PASTOREO ANIMALES	VALOR TOTAL REGALIAS

Formulario No._____

E.- STATUS SOCIO ECONOMICO

A) Vivienda

a) Del productor:

1. Material de construcción: Paredes _____ Techo ___ Piso _____
2. No.de cuartos _____ 3. Estado de la casa _____
4. Agua corriente: Aljibe /___/ Pozo /___/ Cachimba /___/
   Cañada o arroyo /___/
5. Alambrado: Electricidad pública /___/ Electr. propia /___/
   Faroles /___/ Velas /___/
6. Tiene baño? Si /___/ No /___/
7. Sistema de servicio sanitario _____
8. Tipo de cocina: Leña /___/ Kerosene /___/ Fogón /___/ Brasero /___/
9. Número de personas que viven en la casa: _____

b) Del personal:

1. Material de construcción: Paredes _____ Techo _____ Piso _____
2. No. de cuartos _____ 3. Estado de la vivienda _____

Observaciones: _____

_____

B) Mobiliario

	No.	Años que posee
Automovil		
Camioneta		
Radio		
Máquina de coser		
Bicicleta		

C) Antecedentes como Productor

1. Cuántos años hace que es agricultor _____ o ganadero _____
2. Cuántos años hace que está en el predio? _____
3. Qué hacía antes? _____ Donde? _____
4. Por qué abandonó aquella actividad? _____
5. Qué hacía o hace su padre? _____
6. Está conforme con este predio? Si /___/ No /___/ Por qué? _____

   _____

7. Piensa cambiar su actual sistema o tipo de explotación? _____

   _____

   Qué piensa hacer? _____

   _____

   _____

Formulario No. _____

D) Si es Propietario - (Colono) /__/ No Colono /__/

1. Cómo adquirió este predio? Herencia /__/ 1 Heredero /__/
Varios Herederos / / Compra / /

Cuánto _____ A qué precio? $ _____

2. En cuánto arrendaría su establecimiento? _____

E) Si es Arrendatario - (De Colonia /__/ No colono /__/

1. Tiene contrato escrito? Si /__/ No /__/
2. Plazo de arrendamiento _____años. 3.
3. Forma y condiciones de pago _____
_____
4. Condiciones limitantes _____
5. Desde cuándo paga la renta actual? _____ Cuánto pagaba antes? $ _____
6. Aportes del arrendador _____
_____
7. Aportes del arrendatario _____
_____
8. Cree que la renta es razonable? Si /__/ No /__/
9. Cuando finalice el contrato; hará uno nuevo? _____ Prefiere entregar? _____ Por qué? _____
10. Si la renta no la cree razonable; cuánto debería ser?: $_____

F) Si es medianero

1. Cuántos años hace que se medianero? _____
2. Por cuánto tiempo más piensa seguir como medianero? _____
3. Si piensa dejar; que hará? _____
4. Tiene medianerías en otros establecimientos? Si /__/ No /__/

Donde? _____ Qué superficie? _____ Hás/Cds.

Formulario N°_____

D. PARTICIPACION SOCIAL FORMAL

MIEMBROS DE LA FAMILIA	TIPO DE AGRUPACIONES																	
	ASOCIACION DE PRODUCTORES			COOPERATIVAS			COMISIONES DE FOMENTO			CLUBES DEPORTIVOS			ORGANIZACIONES RELIGIOSAS			AGRUPACIONES CIVICAS		
	Frecuencia(1)	Lugar (2)	Tipo part. (3)	F.	L.	T P	F.	L.	T.P.	F.	L.	T.P.	F.	L.	T.P.	F.	L.	T. P.

(1).- FRECUENCIA.- Especificar número de veces al mes.

(2).- LUGAR.- Especificar los lugares de reunión.- (ciudad, localidad, paraje).-

(3).- TIPO DE PARTICIPACION.- M.- Miembro de comisión directiva, etc.-
S.- Socio .-
A.- Asistente.-

Formulario N° _____

F.- L I D E R A Z G O

1.- En caso de tener que recurrir a las autoridades locales (administrador de la colonia, intendente, jefe de policía) o nacionales (I.N.de C., diputado), a fin de hacer un pedido para el paraje, ¿a quiénes delegaría usted? - (En orden de importancia).

1.- _____

2.- _____

2.- Si se le presenta algún problema en su predio (en agricultura o ganadería) ¿a quíen recurriría usted a pedir consejo? (En orden de importancia).

1.- _____

2.- _____

3.- Si tuviera que salir del lugar unos días, ¿a quiénes dejaría encargado de sus asuntos?.
(Sin tener en cuenta familiares).-

1.- _____

2.- _____

4.- ¿A quiénes pediría prestado (dinero, maquinaria,equipos) si tuviera necesidad? (Sin tener en cuenta familiares).-

1.- _____

2.- _____

------ . ------

G.- A C T I T U D E S.-

1.- ¿Cree usted que el riego es imprescindible para aumentar los ingresos de su predio?.- (TILDAR)

	si	no		
TOTALMENTE DE ACUERDO	/ /	/ /	Porqué?	_____
DE ACUERDO .-	/ /	/ /	Porqué?	_____
INDIFERENTE.-	/ /	/ /	Porqué?	_____
EN DESACUERDO.-	/ /	/ /	Porqué?	_____
TOTALMENTE EN DESACUERDO.-	/ /	/ /		_____

Formulario N° _____

H. ACTITUDES.- (cont.)

2.- Si los técnicos recomiendan nuevos cultivos, (remolacha, forrajeras para heno) nuevas medidas sanitarias en ganadería y agricultura), ¿qué haría usted? - (TILDAR)

¿ESPERARIA QUE OTROS PRUEBEN PARA VER EL RESULTADO?

¿ PROBARIA INMEDIATAMENTE LAS NUEVAS RECOMENDACIONES?

¿SEGUIRIA HACIENDO LO MISMO DE SIEMPRE?

¿PORQUE? _____

3.- Para que usted produzca más, ¿cree usted necesario:

- QUE LE VENDAN LA TIERRA? Sí ☐ No ☐
- QUE LE PROPORCIONEN SEMILLAS? FERTILIZANTES Y PLAGUICIDAS? Si ☐ No ☐
- QUE LE PROPORCIONEN CREDITOS? Si ☐ No ☐
- QUE LE PROPORCIONEN ASISTENCIA TECNICA ? Si ☐ No ☐
- AUMENTAR EL TAMAÑO DEL PREDIO? Si ☐ No ☐

(Clasifique estas razones en orden de preferencia: con 1 la considerada más importante y con 5 la menos importante .- Se deja en blanco las preguntas con las que el entrevistado no está de acuerdo).-

4.- Los servicios que le presta a usted la Administración de la Colonia son: (TILDAR).-

EXCELENTES..... BUENOS.....REGULARES.....

MALOS ..... PESIMOS.....

_____ o _____

I.- INTERESES

1.- ¿Cuáles son los dos principales problemas que existen en la Colonia?

1.- _____

2.- _____

Porqué? _____

2.- ¿ Qué otros problemas considera usted importantes?

1.- _____

2.- _____

Porqué? _____

_____

Formulario N°_____

INTERESES (cont.).

3.- ¿Cuál de los problemas que existe en la Colonia, cree usted que podría solucionarse con la ayuda de los otros colonos?.

1.- _____

2.- _____

Porqué? _____

------ o -------

j.- ASPIRACIONES

1.- ¿Si este año usted logrará muy buenas consechas y altos ingresos; en qué invertiría su dinero?.-

1.- _____

2.- _____

Porqué? _____

2.- ¿Si usted tuviera oportunidad de irse de este lugar, lo haría?

SI ..... No .....

En caso afirmativo:

-¿Porqué se iría? _____

-¿A donde iría? _____

3.- ¿Qué ocupación u oficio desearía usted, que sus hijos tengan?.-

1.- _____

2.- _____

3.- _____

4.- _____

Porqué? _____

4.- ¿Si usted tuviera el poder y los recursos para mejorar la Colonia,qué tres cosas mandaría hacer?.-

1.-_____

2.- _____

3.- _____

Formulario N° _____

XVII.- CREDITOS

¿Está pagando actualmente cuotas por creditos obtenidos? Si ☐ No ☐ En caso afirmativo:

FUENTE Y LUGAR	PROPOSITO	CANTIDAD		Fecha de Solicitud	Fecha de Obtención	Plazo	Interes	Garantía	SALDO ACTUAL
		Solicitada	Obtenida						

Uso crédito el año pasado? Si ☐ No ☐

Uso crédito el año antepasado? Si ☐ No ☐

Necesita más crédito ahora? Si ☐ No ☐ Indeciso ☐

En caso Afirmativo:

Para qué? _____

Cuánto? _____

Piensa pedirlo? Si ☐ A quién? _____

No ☐ Por qué? _____

Si es propietario: En cuanto vendería esta propiedad con las mejoras y el ganado: $_____

Si no es propietario: En cuánto compraría esta propiedad con las mejoras y el ganado: $ _____

DATOS EXPERIMENTALES, de ENSAYOS DE CULTIVOS DE PAPA, REMOLACHA, MANZANA y MAIZ CON RIEGO, EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA .- SAYAGO.-

ENSAYO DE CULTIVO DE PAPA CON RIEGO REALIZADO EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Diseño, Bloques de Parcelas al Azar.

N° de Repeticiones: 6 Variantes: 2 Un testigo y 1 test con Riego.
Tamaño de las Parcelas ; mtos 14 x 5 , área 70 mt^2.
Siendo 2 las variantes ,cada bloque tiene 140 mt^2 y el área total mt^2 1.120 .
N° de hileras por parcela; 7, cosechándose sólo las 3 centrales para el control.
Fertilizante utilizado; de Relación 1- 2,25 - 0,57 con una aplicación de 96.6 unidades por Há aplicado a un surco abierto, en todas las filas.
Tratamientos; Se aplicó riego a todas las parcelas, cada vez que el contenido de humedad, se aproxima al 25% del agua disponible en el suelo. El control se realizó por el método de conductividad eléctrica , usando un punnte de Bouyoucous.
Se establecieron 4 estaciones de control ubicados en las parcelas 3, 4, 5 y 6.
En cada estación se determinó la humedad a mts 0,15 y 0,30.
Se aplicaron dos riegos de 25 mm. c/u que repusieron la humedad a capacidad de campo hasta la profundidad de mts 0,25 a 0,30.
La intensidad de la aplicación, fue de 55 c.c. por segundo y por surco.
El primer riego se efectúo el 16/3 a los 42 días de la siembra.
Hasta ese momento se habían producido dos lluvias seguidas de 27 y 14 mm.
El segundo riego se aplicó el 7 de abril y fue de poco efecto ya que el día siguiente precipitaron 20 mm., lloviendo también los días 11, 14, 15 y 17/4 totalizando 150 mm.
Las parcelas de secano, a partir del 19/3 tuvieron un período de deficiencia de humedad de 22 días consecutivos.

Detalles del Cultivo: Dos aradas con un mes de intervalo con los correspondientes rastreados. Fecha de Siembra : 4 de febrero.
Semilla: Pontiac, de Abastecimientos Agropecuarios .
Peso promedio 51 grs. Se sembró el equivalente a 1.800 k/Há.
Siembra a mano . Carpidos los días 8 y 23/3 .
Brotó el 20/2 quedando totalmente brotada el 3/3.
El 8 de mayo la totalidad de las plantas, estaban con las hojas secas.
Suelos ; Franco-limoso hasta 25 ctms de profundidad pasando luego a arcillo-limoso. La capacidad de campo es de 30%.
El coeficiente de marchitez 15% y Densidad Aparente 1.40

RESULTADOS

Todas las parcelas que fueron regadas, dieron mejor rendimiento que las de secano. Siendo el tamaño de los tuberculos sensiblemente mayor.
En conjunto las parcelas regadas, arrojaron un 38.2% sobre el peso de los de secano y un 12.6% sobre el número de tuberculos. Referida a la Há. la diferencia sería de 4.963 kilos del cultivo regado frente al secano.
La producción del área regada, fue superior debido, a que el mantenimiento del grado adecuado de humedad, permitió la formación de mayor número de papas, y fundamentalmente a que el crecimiento de las papas formadas siguió en desarrollo, mientras que los del secano sufrieron deficiencia de agua por 22 días.
La diferencia se logró con un riego de 250 m^3/Há que mantuvo la humedad por 20 días , ya que al aplicarse el segundo riego, el efecto se vió anulado por las lluvias.
La Evapotranspiración en el período de deficiencia en las parcelas de secano, de conformidad al consumo de las parcelas regadas, puede situarse en 1,5 mm/día.

El tratamiento con riego respecto al secano dio diferencia significativa al 1% del nivel.

Trabajo del Ing. Ghiggia.

ESTUDIO DEL CULTIVO DE PAPA CON RIEGO

Ensayo realizado en el año 1961.
Variedades utilizadas: Kathadin, Pontiac y Kennebec.
Ensayo de Blocks de Parcelas al Azar.
Fecha de siembra : 18 de enero de 1961.
Fecha de cosecha : 2-3 de mayo de 1961.

Fechas de Riego:

1er. Riego	20/2/61	_____	400 m^3/ Há
2do. Riego	1/3/61	_____	400 m^3/Há
3er. Riego	22/3/61	_____	200 m^3/Há

Precipitaciones producidas durante el periodo vegetativo.

De la siembra al 1er. riego	54 mm.
Del 1er. riego al 2do.	57 mm.
Del 2do. riego al 3ro.	132 mm.
Del 3ro. a Cosecha	175 mm.

R = Riego
S = Secano

		Variedad Kathadin	Rendim/Há
S	8.339.8	10.476,8	11,936,7
R	18,716.2	18,107,6	20,645,0
Difer.	10.376.4	7.630.8	8.708.3
		Variedad Pontiac	
S	13.617.2	12,609.4	14,133.2
R	22.249.2	21.402.1	24.578.1
Difer.	8.632.0	8.792.7	10.444.9
		Variedad Kennebec	
S	16.097.9	17.804.5	19.073.9
R	26,668,1	30.570.1	29.467.1
Difer.	10.570.2	12.765.6	10.393.2

El análisis de Varianza dio diferencia significativa a favor del riego para las 3 variedades.

ENSAYO DE REMOLACHA CON RIEGO

Experiencia realizada en Facultad de Agronomía

Ensayo diseñado en Blocks al Azar.
Cada parcela constituída por 3 filas de 23 mts de largo distanciada una de otra mts. 0.65.
En promedio se contaron por fila 61 plantas.

	Tratamiento	BLOCKS 1	2	3	4	5
Kilos	Riego	209	187	183	196	192
"	Secano	185	185	172	164	166
N° Plantas	Riego	190	182	172	192	190
" "	Secano	180	200	192	175	184

Llevado a la hectárea, los rendimientos fueron los siguientes:

Remolacha con riego _____ 42,853 k/Há.
Remolacha sin riego _____ 36.636 k/Há.

ENSAYO EN PAPA DE VERANO

Estación experimental: Sayago

Diseño: Bloques con parcelas al azar

Repeticiones: 4

Fertilizantes: 1 - 2,25 - 0,57 con una aplicación de 96,6 unidades por Há. Se aplicó surco abierto en el momento de la siembra.

Riego: Se aplicó riego en cada oportunidad en que quedaba un remanente de un 25% de agua disponible en el suelo. El control se realizó usando un puente de Bouyoucous. Se determinó la humedad a 15 y 30 cm.

Se aplicaron en total 3 Riegos.

1er. Riego	7 Diciembre	15 mm.
2do. Riego	18 Diciembre	30 mm.
3er. Riego	7 Enero	30 mm.

El total de agua aplicado fue de 75 mm, equivalente a 750 m^3/Há.

El primer Riego se efectuó cuando había un 33% del agua facilmente disponible a 15 cm. El Riego que se aplicó era suficiente para reponer capacidad de campo a 15 cm en profundidad en el suelo. El segundo riego se aplicó para reponer la humedad a 25 cm. En el momento de aplicarlo el porcentaje de humedad disponible en el suelo era 22% a 15cm; y 35% a 30 cm. El 3er Riego debió aplicarse dos días antes ya que cuando se dió, la humedad era de 5% a 15 cm; y 60% a 30 cm. La humedad bajó de 100 a 5 en 6 días en la profundidad de 15 cm, mientras que bajó de 100 a 62 en el mismo período en la profundidad de 30 cm.

El período de máxima evapotranspiración se produjo del 1° al 6 de nero, siendo del órden de 8 mm/día; en diciembre del 11 al 18 la evapotranspiración fue 5 mm/día.

DATOS DEL CULTIVO

1) Cultivo antecesor: maíz cosechado en abril
2) trabajos: 2 aradas con sus correspondientes rastreadas.
3) Siembra: 23/10/64 conjuntamente con la aplicación del abono.
4) Semilla: 1er. multiplicación, variedad Pontiac, se sembró papa entera.
5) Distancia: 80 cm entre filas y 30 cm de distancia contrada las filas.
6) Cosecha: 17/Feb/1965.
7) Suelos: Serie Sayago : Franco limoso hasta 25 cm; pasando luego a Arcillo-Limoso. 2) Su capacidad de campo es 30% y 15% el coeficiente de marchitez calculada. Su densidad aparente es 1,40.
8) Agua disponible para la planta: 21 lts por m^2 por cada 10 cm. de profundidad.

N° de Papas por tratamientos según tamaño

	Patatinos	Medianas	Grandes	Muy Grandes
Con Riego	375	523	957	115
Sin Riego	353	617	650	28

Peso promedio en Gr. de los Tubérculos correspondiente a los diferentes tamaños.

	Patatinos	Medianas	Grandes	Muy Grandes
Con Riego	37 gr.	80 gr.	161	309
Sin Riego	30	76	143	268

Producción Total en Kgr.

	Total
Con Riego	243.000 Kgr.
Sin Riego	158.000 "

CONCLUSIONES

La producción total de riego fue superior con respecto a Secano en 53,8% con respecto a los kilos; y 19,5% en el número de tubérculos producidos. El mantenimiento de un tenor de humedad adecuado a lo largo del período vegetativo en mayor actividad, se tradujo en mayor número de unidades cosechadas, en un desarrollo superior de los tubérculos que permitió tener una cosecha superior en 8.000 Kg. por Há que la producida en secano.
La evapotranspiración fue en promedio de 4mm/día en las parcelas con riego y 1,5 mm/día en la sin riego y para el mes de diciembre. En enero y hasta el día 15 la evapotranspiración fue en promedio de 7 mm/día para las parcelas con riego.

ENSAYO DE RIEGO EN MANZANOS,

efectuado en la Estación Experimental .Período 1959-1960.

Variedad: Delicius . Sistema Palangana.
Textura de Suelos: Loros. 20 cm. Franco-limoso, 20-30 cm Franco-arcilloso, hasta 50 cm arcilloso; pasando luego a Franco-arcillo limoso. Percolación muy lenta.

CUADRO N° 1

Fecha	N° de Riego	Tiempo en Segundos	Agua Usada Cant. Efect.	m³/Ha	mm. lluvia
Enero 21.	1	2040	4080	474,4	47,4
Febrero 4	2	1800	3600	418;6	41;8
Febrero 9	3	1200	2400	279;1	27;9
Febrero 17	4	1200	2400	279;1	27;9
Febrero 24	5	1020	2040	237,2	23;7
Marzo 2	6	780	1560	181;4	18;1
Marzo 9	7	780	1560	181,4	18,1
TOTALES			17.640	2051,2	205,1

llevo un surco al costado de la fila regada y se procedió a llenar las Palanganas en forma sucesivas. Cada una de ellas abarcaba la mitad de la distancia de separación entre filas y la mitad de la distancia de separación de los árboles en la fila, lo que da una superficie de riego para cada árbol de 17 m^2. Se daba por terminado el riego cuando la Palangana estaba llena, con excepción del primer riego en que se llenó dos veces la Palangana. El tiempo empleado fue disminuyendo a medida que se fueron acumulando los riegos lo que confirma que el riego produce un asentamiento de las partículas del suelo. La humedad se mantuvo siempre en un tenor superior al 40% del agua disponible (diferencia entre capacidad de campo y coeficiente de marchitez permanente). La profundidad a que se llevó el agua en el suelo por medio de los riegos ,fue uniforme hasta los 30 cm.

VOLUMEN PROMEDIO POR MANZANA.

	Chica	Mediana	Grande
Con Riego	106 cc.	160 cc.	250 cc.
Sin Riego	86 cc.	160 cc.	210 cc.

El número de manzanas que entran en 1 Kg.

	Chica	Mediana	Grande
Con Riego	10,1	7,2	5,2
Sin Riego	10,2	7,5	6,0

Parece que la aplicación del agua al cultivo no influye en la densidad del fruto obtenido. El volumen medio de las manzanas con riego fue superior que la sin riego.

Cosecha 15 de marzo de 1960

	Chica	Mediana	Grande
Con Riego	7.750 Kg.	16.500 Kg.	29.250 Kg
TOTAL	53.500 Kg.		
Sin Riego	6.750 Kg.	9. 250 Kg .	7.500 Kg.
TOTAL	23.500 Kg.		

La Cosecha total en peso, referida a porcentaje y tomando como base comparativa la producción de secano; resulta ser de 227% para la producción con riego, o sea 127% más de cosecha total en peso.

Precipitación correspondiente a los meses indicados.

	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Marz.
TOTAL	30,5	210,6	159,6	23,0	0,6	95,7	———
Media Normal	83,8	60,7	68,0	75,1	60,3	66,4	———
Diferencia	-53,3	+ 150,1	+ 91,6	- 52,1	-59,7	+29,3	

Temperatura correspondiente a los meses indicados.

	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Marz.
Media	13,9	16,8	19,4	22,8	24,9	25,5	———
Normal	12,6	14,8	18,2	21,0	22,5	22,1	20,4
Diferencia	+ 1,3	+ 2,0	+ 1,2	+ 1,8	+ 2,4	+ 3,4	———

CONCLUSIONES

La Cosecha de los árboles tratados con riego fue, en todos los valores comparativos, superior a la cosecha de los árboles de secano. La interpretación estadística de los resultados, nos indica que la cosecha en peso de manzanas grandes obtenidas en el tratamiento con riego arrojó diferencia significativa a su favor. Es conveniente repetir la experiencia aplicando el tratamiento a mayor número de árboles (solo se tomaron dos filas del monte existente y en cada fila se tomaron 5 árboles contiguos ; una fila se regó, la otra fue testigo), iniciar el riego con mayor antelación y ampliar el número de clases en la clasificación de la cosecha

---oooOOOooo---

ENSAYO DE RIEGO EN MAIZ 1961/62 Estación Exp. de Riego

TRATAMIENTOS

Variedades	SECANO - SIN ABONO			SECANO - CON ABONO			RIEGO - SIN ABONO			RIEGO CON ABONO		
	N° de espigas	Cosecha en Kilos	Rend /Há Kilos	N° de espigas	Cosecha en Kilos	Rend./Há Kilos	N° de espigas	Cosecha Kilos	Rend./Há Kilos	N° de espiga	Cosecha Kilos	Rend. Hás. Kilos
Midland	20	2,130	2662,5	20	2,220	2775,0	20	3,800	4750,0	21	4,490	5612,5
WF9 x W17	22	2,840	3550.0	23	3,100	3875,0	20	4,330	5412,5	21	4,890	6112,5
N 88 x C 16-1	23	2,170	2712,5	32	4,150	5187,5	28	3,970	4962,5	34	4,610	5762,5
					Block " A "							
Midland	23	3,130	3912,5	24	3,640	4550,5	22	4,600	5750,0	23	5,310	6637,5
WF9 x W 17	26	3,590	4487,5	23	3,750	4687,5	25	5,880	7350,0	23	5,940	7425,0
N 88 x C16-1	35	3,830	4787,5	38	4,440	5550,0	37	5,540	6925,0	43	6,200	7750,0
					Block " B "							
Midland	23	3,630	4537,5	23	3,630	4537,5	27	5,470	6837,5	28	6,450	8062,5
WF 9 x W 17	24	3,360	4200,0	21	3,940	4925,0	25	5,430	6787,5	26	6,020	7525,0
N 88 x C 16-1	33	3,940	4925,0	32	4,210	5262,5	40	6,010	7512,5	40	6,560	8200,0
					Block " C "							

Cosecha para c/u tratamiento = 20 plantas
Distancia siembra 1 x 0,4
Rend/Há calculado para 25.000 plantas.

FECHA	PRESTADO A
18-II-72	VITERI

FECHA DE VENCIMIENTO

43954 TIP. GUERRA

FORMA 4-A