



UNIÓN EUROPEA



Tecnologías para mejorar la resiliencia al cambio climático bajo Sistemas Agroforestales Multiestrato

Sistemas Agroforestales Adaptados para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA



#UEenCentroamérica

Trabajamos juntos...



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

Tecnologías para mejorar la resiliencia al cambio climático bajo Sistemas Agroforestales Multiestrato



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2023



Tecnologías para mejorar la resiliencia al cambio climático bajo Sistemas Agroforestales Multiestrato por IICA se encuentra publicado bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)
Creado a partir de la obra en www.iica.int

El Instituto promueve el uso justo de este documento, así como el tratamiento de los datos personales, de acuerdo con la normativa del IICA vigente. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda y que se garantice el derecho de toda persona a la protección de sus datos personales, según la normativa del IICA.

Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio web institucional en <http://repositorio.iica.int/> y <https://www.iica.int/es/countries/nicaragua>

Las ideas, las formas de expresión y los planteamientos de este documento son propios del autor (o autores), por lo que no necesariamente representan la opinión del IICA ni juicio alguno de su parte sobre las situaciones o condiciones planteadas.

Managua, Nicaragua
2023



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
TECNOLOGÍA: SISTEMA AGROSILVOPASTORIL INTEGRAL.....	3
1. Nombre y descripción de la tecnología.....	3
2. Objetivo de la tecnología.....	3
3. Establecimiento.....	3
4. Ventajas.....	6
5. Desventajas.....	6
6. Mapa de la tecnología.....	7
7. Análisis Económico.....	8
TECNOLOGÍA: TANQUE ZAMORANO.....	11
1. Nombre y descripción de la tecnología.....	11
2. Objetivo de la tecnología.....	11
3. Construcción y/o establecimiento.....	12
4. Funcionalidad.....	12
5. Ventajas y desventajas.....	13
6. Información Económica.....	13
TECNOLOGÍA: ABONOS VERDES.....	15
1. Nombre y descripción de la tecnología.....	15
2. Objetivo de la tecnología.....	16
3. Establecimiento.....	16
4. Funcionalidad.....	18
5. Información Económica.....	19
TECNOLOGÍA: DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA CON HORTALIZAS, RAÍCES Y TUBÉRCULOS.....	21
1. Nombre y descripción de la tecnología.....	21
2. Objetivo de la tecnología.....	22
3. Ventajas y desventajas.....	24
4. Información Económica.....	26



TECNOLOGÍA: SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.....	28
1. Nombre y descripción de la tecnología.....	28
2. Objetivo de la tecnología.....	28
3. Construcción y/o establecimiento.....	29
4. Manejo.....	30
5. Funcionalidad.....	30
6. Ventajas y desventajas.....	30
7. Información económica.....	32
TECNOLOGÍA: FRUTALES Y FORESTALES EN LÍNEA.....	34
1. Nombre y descripción de la tecnología.....	34
2. Objetivo de la tecnología.....	34
3. Establecimiento.....	35
4. Ventajas y Desventajas.....	37
5. Costos.....	38
TECNOLOGÍA: DIQUES Y ACEQUIAS.....	41
1. Nombre y descripción de la tecnología.....	41
2. Objetivo de la tecnología.....	42
3. Manejo.....	42
4. Funcionalidad.....	43
5. Ventajas y desventajas.....	44
6. Información Económica.....	46
TECNOLOGÍA: VARIEDADES MEJORADAS DE FRIJOL Y MAÍZ.....	47
1. Nombre y descripción de la tecnología.....	47
2. Objetivo de la tecnología.....	48
3. Variedades mejoradas de maíz.....	48
4. Variedades mejoradas de frijol.....	49
5. Información Económica.....	50
TECNOLOGÍA: TUTORES VIVOS Y CULTIVOS EN CALLEJONES.....	52
1. Nombre y descripción de la tecnología.....	52
2. Objetivo de la tecnología.....	52
3. Establecimiento.....	52
4. Funcionalidad de los cultivos en callejones.....	55
5. Información Económica.....	56



INTRODUCCIÓN

El Corredor Seco Centroamericano (CSC), es una franja territorial que cubre las tierras bajas de la zona costera del Pacífico y la mayor parte de la región de la pre cordillera central de Chiapas (en México), Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, así como la provincia de Guanacaste en Costa Rica, y el Arco Seco de Panamá. Es el escenario donde cada vez y con mayor intensidad se presenta el fenómeno climático de El Niño, el cual impacta directamente sobre la disponibilidad de las lluvias en los meses de mayo a noviembre, el incremento del coeficiente térmico y una mayor exposición de las especies cultivadas a la radiación solar, que en conjunto impactan sobre el metabolismo de las plantas y la reducción de su potencial productivo, con la consiguiente disminución de la disponibilidad de alimentos e ingresos para las familias productoras en los territorios rurales, ya que estos meses es donde se presentan los principales ciclos de producción (primera y postrera).

Según el Programa Mundial de Alimentos, en el Corredor Seco habitan cerca de 1.7 millones de familias, las cuales viven de la agricultura de subsistencia y se han visto afectadas por estas variaciones climáticas, cosechando casi para el consumo familiar y con pocos excedentes. Este mismo estudio del PMA señala que en Nicaragua, con una extensión total de 129,494 km², la sequía afecta una considerable área: 39,000 km², equivalentes a un 30.1% del territorio nacional, siendo su ocurrencia más severa en algunos territorios de los departamentos del norte del país: Madriz, Nueva Segovia, Estelí, Matagalpa, Jinotega y de Chinandega.

Según el INETER en el norte del Corredor Seco de Nicaragua predominan precipitaciones que varían desde 600 a 1200mm anuales y pueden disminuir a 300 y 800 mm en años de sequía extrema, las temperaturas oscilan desde 17 a 34°C, altitudes de 300 a 700 msnm y a veces más de 1000msnm. Predominan diferentes Zonas de Vida (Holdridge): bosque seco subtropical, bosque seco subtropical transición a húmedo, bosque seco tropical transición a subtropical; esta variación en gran parte se debe a diferentes alturas, regímenes de precipitación y variaciones en temperatura.

La mayoría de las causas de la vulnerabilidad ambiental en las explotaciones agrícolas de estos territorios, están ligadas a la deforestación indiscriminada, erosión, degradación de los suelos, disminución de la biodiversidad y destrucción de los nichos ecológicos, que han traído consigo, menor concentración de agua en las zonas de recargas y en el ambiente, periodos de inundaciones, deslizamientos, sedimentación de los ríos, pérdida de cauces, pérdida de fuentes de agua, secado de ríos durante parte del año, entre otros. Tornándose en un cúmulo de problemáticas ambientales, productivas y sociales, que impactan en diferentes niveles en el aumento de la pobreza en esas zonas.

En cuanto a su característica productiva, predominan pequeñas explotaciones o parcelas de 0.5mz-3.0mz, con poco acceso a tecnología, baja capacidad de inversión, y situadas en zonas de suelos marginales y de alta pendiente, que tradicionalmente son destinadas principalmente a la producción de granos básicos (frijol, maíz, sorgo millón) con un enfoque casi de subsistencia. También se observa la crianza de aves de corral y ganado de especies menores y la inclusión de frutas, hortalizas y hierbas (todos en pequeña escala y en una amplia mayoría de los casos sin intensión comercial).



La degradación de los suelos imperante, conlleva a una menor capacidad de retención del agua, pérdida de fertilidad, pérdida de capacidad de infiltración, por tanto, pérdida de rendimiento de los cultivos y mayor susceptibilidad al impacto de la canícula. Y por su parte, el uso inadecuado de fertilizantes y pesticidas químicos ha venido incidiendo paulatinamente en favorecer las condiciones para la prevalencia de las plagas y arvenses indeseables, impactando cada vez más en el uso de insumos externos que aumenta los costos de producción, disminuyen la oportunidad de ingresos y las condiciones de producción de las familias campesinas.

Como una alternativa ante esta situación, IICA implementa modelos agroforestales con innovaciones tecnológicas, mediante las cuales se promueve una agricultura sostenible, como estrategia de adaptación al cambio climático, en la cual destacan la recuperación y un mejor uso del suelo, la diversificación de la producción y la recuperación de los servicios ecológicos y equilibrios bio-dinámicos del agroecosistema, contribuyendo a la seguridad alimentaria de las familias rurales, la provisión de alimentos suficientes para el ganado bovino, la sostenibilidad de la agricultura como actividad económica y la generación de ingresos a través de la comercialización de los excedentes. Estos modelos e innovaciones se difunden a través de sistemas Agroforestales Multiestrato Silvoagrícolas, Silvopastoriles y Agrosilvopastoriles, en los que se combinan árboles, cultivos, pasto y animales, siendo componentes físicos, unidos o relacionados, de tal manera que forman y actúan como una unidad.

IICA, desde la construcción participativa del conocimiento y el trabajo de la mano con las familias productoras y los técnicos, tomando en cuenta las condiciones agroecológicas y ambientales del corredor seco, propone un modelo integral en el que sus componentes están pensados para generar un cambio en la mentalidad tradicional de las familias productoras con relación a los sistemas de producción local, haciéndolos más resilientes ante los cambios del clima. A la vez, propicia cambios en la lógica y diseño del trabajo de las actividades productivas ya que el modelo al ser innovador, genera externalidades ambientales positivas, aporta alimentos sanos, ayuda a ahorrar tiempos para las actividades y genera productos para la seguridad alimentaria y la obtención de ingresos adicionales para el productor y su familia.



TECNOLOGÍA: SISTEMA AGROSILVOPASTORIL INTEGRAL

1. Nombre y descripción de la tecnología

El Sistema Agrosilvopastoril es una alternativa adecuada y sostenible, donde se combinan árboles, cultivos, pasto y animales, siendo componentes físicos, unidos o relacionados de tal manera que forman y actúan como una unidad. Esta tecnología, en particular, incluye especies arbóreas de mandagual, cultivo de granos básicos de primera y postrera, pasto Mombaza y botón de oro, además de otras innovaciones y tecnologías, como área de descanso con bebederos y comederos mejorados, un banco forrajero mixto y la elaboración de alternativas de alimentación de verano (silo bolsas y bloques Multinutricionales).



2. Objetivo de la tecnología

La tecnología Agrosilvopastoril tiene como objetivo promover una agricultura sostenible como estrategia de adaptación al cambio climático (CC) de las familias que habitan en el corredor seco. Es una propuesta para incrementar la resiliencia en el sector agrícola y pecuario a través de la mejora del uso del suelo y la diversificación de la producción con la introducción de pastos mejorados, el manejo forestal, la introducción de bancos forrajeros con materiales altamente productivos y nutritivos.

3. Establecimiento

La tecnología incorpora cuatro componentes:

3.1 Componente Agrícola está compuesto por granos básicos en asocio con abonos verdes (Canavalia).



3.3 Componente de pastura

Las especies forrajeras, especialmente las leguminosas, se siembran regularmente para proveer un alimento más nutritivo al ganado y convertir nitrógeno atmosférico en una forma orgánica y utilizable por las plantas y los animales. La competencia entre árboles y los pastos puede reducirse mediante la selección de especies de pastos que crezcan en diferentes épocas del año o que posean un sistema de raíces poco profundo comparado con los árboles. Por ejemplo, el pasto mombaza y las leguminosas como el botón de oro, pueden sembrarse entre los árboles. También en estas condiciones se destacan las especies de pastos nativos, que tienen un sistema radicular más profundo y un período de crecimiento más prolongado.

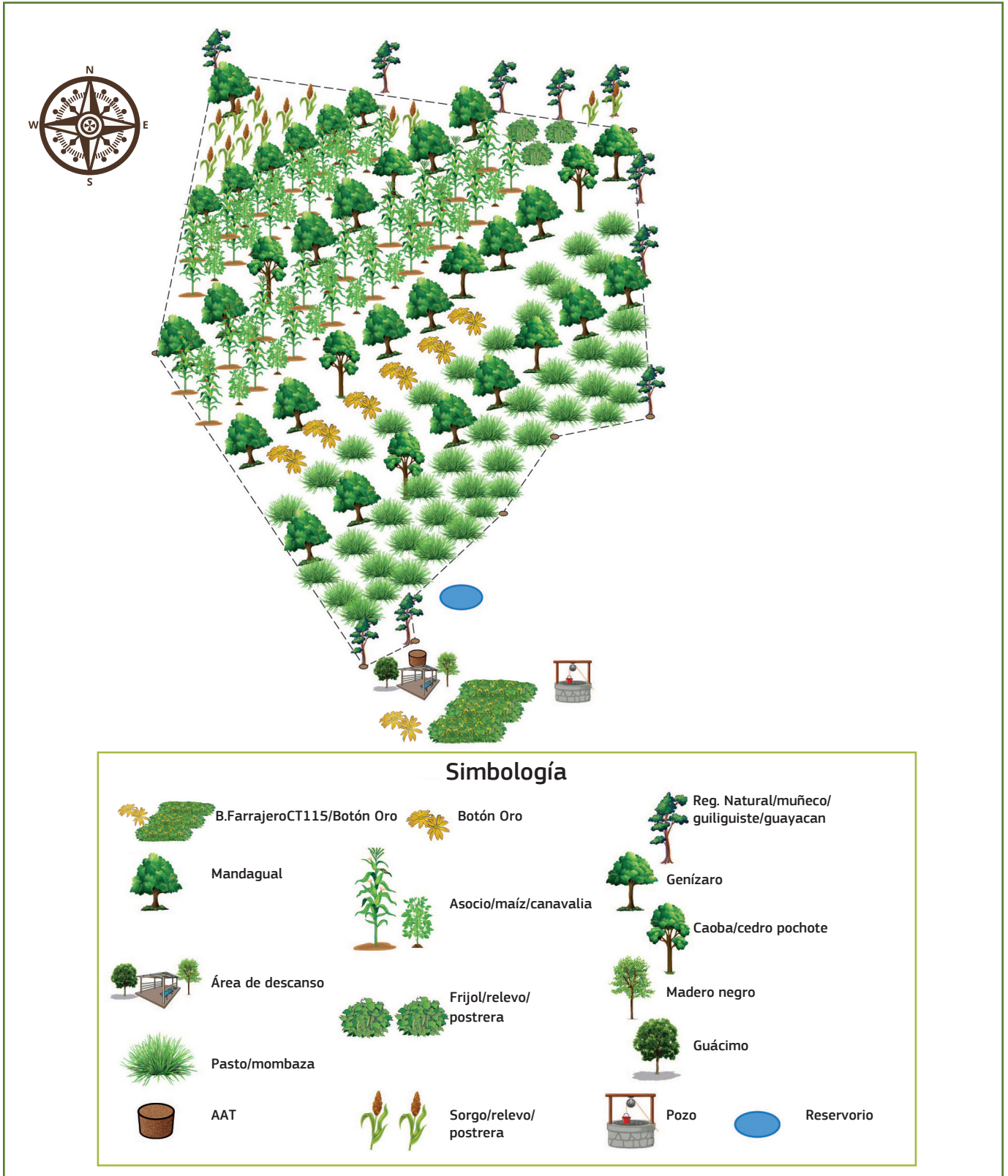


3.4. Componente ganadero

Durante los primeros años de implementación del sistema agroforestal, pueden ser pastoreado por el ganado vacuno u ovejas, sin que les causen mucho daño a los árboles, siempre que haya suficiente forraje en la parcela. El constante pisoteo y cuando los animales se recuesten por los arbolitos, puede ocasionar problema, particularmente con ganado vacuno. Hay lugares en los que los arbolitos deben protegerse de los animales hasta que el tallo principal ha crecido fuera del alcance de ellos y ha desarrollado suficiente corteza, la probabilidad del daño por el ganado será mínimo y el sistema forestal podrá ser bien manejado con la implantación de una buena pastura. Para este modelo propuesto, el ganado no entra al sistema, ya que no existe una división con cercas muertas que separe la parcela Silvopastoril y la Silvoagrícola, por ello, existe el riesgo de que los animales se crucen y perjudiquen los cultivos agrícolas.



6. Mapa de la tecnología



7. Análisis Económico

Como parte de las bondades del sistema, una de sus principales características es su aporte a la economía de las familias productoras y para ello es necesario tomar en cuenta algunos supuestos:

7.1 Supuestos

- Área de la parcela fija (3,513 m²= 0.5 mz), con rendimientos constantes a escala para los granos básicos y para el hato ganadero (3.5-4 litros/vaca).
- Precios de insumos y de la producción se asumen fijos con un tipo de cambio de 1.0 US\$ = C\$ 36.50 córdobas y una tasa social de descuento del 12%.
- Producción comercializada en la parcela: No hay costos de comercialización.
- Ejecución de las actividades de acuerdo a lo definido en el modelo.
- El costo de los insumos para el manejo de los cultivos permanece invariable.
- Se asume que lo que se planta produce el total de rendimientos esperados.

Algunos elementos de costo para los años 2 al 5 se comportan de la siguiente manera:

- La categoría de Costos de establecimiento y renovación incluye variaciones en el monto de las inversiones que oscilan entre el 30 y 50% con respecto a la inversión inicial.
- Para el banco forrajero CT-115 y mombaza la renovación total se hará en los años 3 y 5 y los importes del costo se asumen iguales a las inversiones iniciales (año 1).
- Barrera viva con mandagual, madero negro y pasto CT-115 en curvas a nivel: Sus costos para los años 2 en adelante, representan el 44% de la inversión inicial destinándose los recursos para el mantenimiento de las obras.
- Año 3, los costos de repoblación de mandagual son del 30% de la Inversión inicial.
- Los costos de establecimiento de pasto mombaza se asume cada 3 años sin descuidar que los costos de mantenimiento y las labores de manejo se mantienen año con año.
- Banco forrajero con CT-115 se siembra años intercalados.

7.2 Costos del Modelo

Componente		UM	Importe US\$	%
Costos	Agrícola	Global	486.96	23%
	Arbóreo	Global	601.14	29%
	SSP	Global	988.33	48%
Costo Total US\$			2,076.42	100%





7.3 Ingresos y proyecciones

Modelo/Sistema Silvoagrícola				Ingresos C\$					
Rubros	UM	Cantidad	Precios C\$	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Producción agrícola	Granos básicos/leg.								
	Frijol	Quintal	2.5	2800	7,000	7,000	7,000	7,000	
	Maíz	Quintal	4	1000	4,000	4,000	4,000	4,000	
	Sorgo	Quintal	2.5	550	1,375	1,375	1,375	1,375	
	Semilla de canavalia	Quintal	1.5	2000.0	3,000	3,000	3,000	3,000	
	Sub Total C\$				15,375	15,375	15,375	15,375	15,375
	Otros ingresos								
	Leche	Litros	750	25	18,750	18,750	18,750	18,750	
	Cuajadas	Unidades	100	65	6,500	6,500	6,500	6,500	
	Sub Total C\$				25,250	25,250	25,250	25,250	25,250
Sub Total (Componente agrícola)				40,625	40,625	40,625	40,625	40,625	
SSP	Bloques multinutricionales	Unidad	96	100	9,600	9,600	9,600	9,600	
	Ensilaje	Bolsas	70	80	5,600	5,600	5,600	5,600	
	Semilla de pasto	Quintal	10	300	3,000	3,000	3,000	3,000	
	Sub total (Componente SSP)				18,200	18,200	18,200	18,200	18,200
Arbóreo	Postes para cerca	Unidades	300	40			4,800	7,200	
	Leña	Rajas	500	12			6,000	6,000	
	Leña	Moños	200	10			2,000	2,000	
	Carbón	Sacos	6	350			2,100	2,100	
	Sub Total (Componente arbóreo) C\$				0	0	0	14,900	17,300
INGRESOS TOTALES C\$				58,825	58,825	58,825	73,725	76,125	
INGRESOS TOTALES US\$			-2,076.42	1,611.64	1,611.64	1,611.64	2,019.86	2,085.62	
COSTOS			-2,076.42	769.29	1,027.68	889.29	983.02	889.29	



7.4 La matriz de indicadores VAN, TIR y Beneficio/costo son los siguientes:

VAN (Ingresos)	3,804.97
VAN (Costos)	3,268.44
B/C	1.16
TIR	33%

Considerando los supuestos se obtienen los indicadores VAN, TIR y el ratio B/C calculados a una tasa de descuento social del 12 %.

Los indicadores nos muestran que existe suficiente evidencia para afirmar que las inversiones del modelo son rentables. En el caso del **Valor Actual Neto o VAN**, siempre

que sea positivo y mayor que 0, es una buena señal de la rentabilidad del modelo/sistema para el inversionista, e indica que los retornos financieros futuros de la inversión (es decir, los ingresos traídos al presente), superan los costos (también descontados en el presente) de la inversión a lo largo de la vida útil del proyecto.

Por su parte, la relación beneficio costo o ratio (R B/C) indica al inversionista cuánto recupera por cada dólar invertido en el sistema productivo. Este indicador es clave ya que toma en cuenta los costos iniciales y futuros de la inversión descontados al presente. Dicho en otras palabras, una vez recuperados los costos de la inversión, indica cuanto queda a favor del inversionista en concepto de retorno por cada dólar invertido. Para el caso de la presente tecnología Agrosilvopastoril, este valor es de US\$ 0.16 centavos.

De igual forma, la tasa interna de retorno (TIR) como medida/ indicador de la rentabilidad de una determinada inversión o proyecto, muestra la tasa a la cual el VAN se hace cero. Para el caso del modelo, el costo de oportunidad del 12 % tomado como referente (tasa social de descuento) queda superado en un 21% adicional considerando una TIR de 33 %.



De manera general, comparando el costo de oportunidad de los recursos invertidos a una tasa social de descuento de referente del 12%, contra la TIR obtenida

(33%) se puede afirmar que la inversión en el modelo es “autosostenible” o “rentable”, ya que los flujos de efectivo generados por dichas inversiones en el tiempo, son suficientes para recuperar la inversión inicial.



TECNOLOGÍA: TANQUE ZAMORANO

1. Nombre y descripción de la tecnología

Es una tecnología de fácil construcción, cuyos materiales son fácilmente transportables y ofrecen una larga durabilidad. El principio constructivo consiste en una estructura de soporte en la cual se utiliza una malla electrosoldada y una lámina de zinc lisa, sobre esta se coloca una geomembrana como capa impermeable, el costo de esta obra es alrededor de US\$ 500-700.



2. Objetivo de la tecnología

El tanque zamorano tiene como objetivo captar y proveer agua en tiempos de escasez tanto para el uso doméstico como agropecuario. La capacidad de almacenamiento es de 10 m³ de agua (equivalentes a 50 barriles de 200 litros).

La utilización de esta innovación tecnológica se perfila de gran importancia en explotaciones pequeñas de hasta 0.5 mz, como parte de las actividades que las familias del corredor seco pueden realizar para adaptarse de manera resiliente a los cambios del clima. Es relevante y suficiente para “huertos caseros” o “huertos familiares”, establecidos bajo Sistemas Agroforestales (SAF).

La tecnología se ha incorporado con la finalidad de contribuir a la seguridad alimentaria de las familias, ya que estas al disponer de agua pueden utilizarla para irrigar las áreas productivas que proporcionan una variedad de productos alimenticios que pueden destinarse al consumo, o bien a la venta, contribuyendo además a generar ingresos económicos.



3. Construcción y/o establecimiento

El proceso de construcción consiste en 3 pasos principales, **el primero** es la selección y preparación del sitio. Debe seleccionarse un espacio plano o con menos pendiente para minimizar procesos de excavación, posteriormente se marca un radio de 1.75 metros con cal y se excava toda el área del círculo con una profundidad de 10 cm.



El segundo paso es el montaje de la estructura de soporte, esta consiste en colocar 8 tubos galvanizados de 1,20 m de altura y 1 ¼ " de diámetro, los cuales se entierran a una profundidad de 20 cm alrededor del borde del círculo delimitado

en el primer paso, luego se coloca la malla electrosoldada a lo largo del perímetro del círculo por dentro de la línea de tubos, esta se fija con grilletes y alambre de amarre, en la parte superior de la corona de la malla se coloca una manguera de PVC, con el fin de aislar el metal de la geomembrana, se pueden colocar bridas para darle mejor soporte a la manguera.

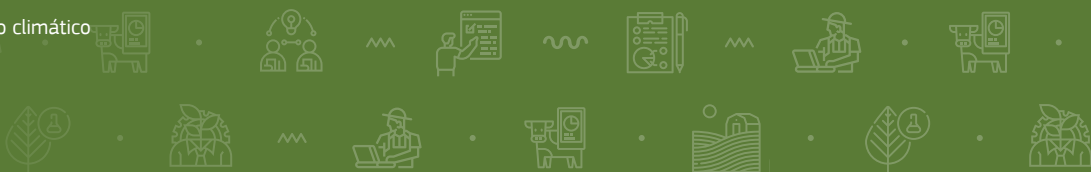
En la parte inferior de la malla se coloca una lámina de zinc liso de 45 cm de ancho y 11,3 m de largo, la cual es fijada con alambre de amarre. Luego de haber amarrado esta lámina se rellena toda la base con arena, para finalizar el soporte se instala un cable de acero de ¼" el cual se entrelaza en la malla y los tubos, con el fin de dar soporte a la estructura.

En el tercer paso consiste en el montaje de la geomembrana, esta se extiende de forma equidistante de todo el borde del tanque, se fija manualmente a todo el fondo y se ajusta contra la base de lámina lisa. Una vez finalizado el montaje y ajustes se procede a instalar la conexión de salida de agua, posterior y como último paso se procede a hacer la sujeción de la geomembrana con bridas plásticas, considerando la posibilidad de hacer pruebas de llenado previo a esta sujeción para evitar roturas por tensión y se cortan los excedentes.

4. Funcionalidad

Captar agua de lluvia y almacenarla para consumo o uso doméstico o agrícola. En sistemas abastecidos por agua de techo, esta tecnología se puede utilizar para consumo doméstico (no ingesta, sino se trata el agua). En el caso de utilizarse para riego, la cantidad de agua brinda la oportunidad de un riego para un área cercana al ¼ de manzana, de manera que se puede mantener un buen ritmo de riego en la medida en que se presenten lluvias al menos cada 3 a 4 días en periodo lluvioso.

En periodo seco se requiere de una fuente de aprovisionamiento, para mantener la regularidad del riego, en este caso la funcionalidad del mismo está vinculada a la eficiencia del uso de agua, mediante sistema de riego por goteo.



5. Ventajas y desventajas

Ventajas:

- Aporta agua en tiempo de escasez y brinda la posibilidad de hacer riego complementario en época de lluvia, principalmente a cultivos de ciclo corto (hortalizas como pepinos, cebollas, tomates, chiles/chiltomas, entre otros).
- Facilita un uso más eficiente del agua, a través de sistemas de riego de menor consumo, como el efectuado por goteo.
- Brinda la posibilidad de poder cultivar en época seca, lo que significa que las familias productoras tienen la posibilidad de producir todo el año, y a su vez, diversificar la seguridad alimentaria con productos como: cucurbitáceas, leguminosas, frutas exóticas, entre otras. Siempre y cuando se disponga de una fuente de aprovisionamiento de agua para el llenado del tanque.
- Al asegurar agua a los cultivos, permite una producción diversa a lo largo del año, generar excedentes y aportar a los ingresos familiares.
- En su proceso de construcción pueden participar hombres y mujeres favoreciendo la consolidación de las relaciones sociales en la comunidad.

Desventajas

- Sus costos son en ocasiones limitantes para su implementación.
- Requieren de conocimientos especializados para su construcción, mantenimiento y reparación.
- Existe dificultad para conseguir en los territorios los implementos, materiales y accesorios necesarios para su construcción, mantenimiento y reparación.
- Requiere de una fuente de aprovisionamiento de agua para estar continuamente llenándolo y suplir el riego requerido.



6. Información Económica

6.1 Costos

Esta tecnología toma como referente una parcela de aproximadamente 3,161.7 m² de extensión localizada en el municipio de Palacagüina, departamento de Madriz.

Los cultivos en los que se emplea la tecnología son huertos familiares en los que se producen hortalizas como: cebollas, chiltomas, tomates, entre otros; también el agua se utiliza para algunas actividades en el hogar (no para consumo humano).



Los costos de la tecnología comprenden los siguientes rubros:

Tecnología	Descripción	Costo en US\$
Tanque Zamorano	Materiales del tanque	393.71
	Materiales p/captura de agua de techo.	175.74
	Instalación, maquila y transporte.	123.07
	Total	692.52



Fuente: Datos de AGROINNOVA. PD 3.

6.2 Ingresos

Los ingresos asociados a esta tecnología Tanque Zamorano se apoyan en un modelo agroforestal silvoagrícola, generando la siguiente proyección financiera.

Modelo/Sistema		Silvoagrícola (área: 3,161.7 m ²)		Ingresos C\$				
Rubros	UM	Cantidad	Precios C\$	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Hortalizas								
Tomates	Cajillas	10	900	9,000	9,900	11,781	12,959	14,255
Pepinos	Unidades	300	5	1,500	1,650	1,964	2,160	2,376
Cebollas	moños	80	20	1,600	1,760	2,094	2,304	2,534
Chiltomas	Cajillas	10	750	7,500	8,250	9,818	10,799	11,879
Musáceas (plátanos)	Unidades	600	10	6,000	6,000	7,140	7,854	8,639
Frutas								
Piñas	Unidades	40	20	800	800	952	1,047	1,152
Papayas	Unidades	200	35	7,000	7,000	8,330	9,163	10,079
Maracuyá	docenas	20.0	50	1,000	1,000	1,190	1,309	1,440
Guayabas	Unidades	600.0	10			120	132	145
Sub Total (Componente agrícola)				34,400	36,360	43,388	47,727	52,500
Ingresos en US\$				942	996	1,189	1,308	1,438



TECNOLOGÍA: ABONOS VERDES

1. Nombre y descripción de la tecnología



El modelo de producción agrícola tradicional en el corredor seco se caracteriza por hacer uso de labranza intensiva dejando los suelos expuestos a la erosión, la pérdida continua de la fertilidad y baja capacidad de retención de agua; convirtiéndolos en suelos pobres que necesitan dosis de fertilizantes cada vez mayores para poder obtener una buena producción.

El uso de los abonos verdes a través de la corta y deposición en el suelo o incorporación de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y gandul (*Cajanus cajan*), es una práctica que promete y demuestra grandes resultados, con respecto a la contribución para la recuperación y mantenimiento de las características físico-químicas y biológicas de los suelos.

Generalmente las especies que se recomiendan como abono verde son principalmente plantas que pertenecen a la familia de las leguminosas. Estas plantas poseen una cualidad especial de formar nódulos en su raíz, en los cuales bacterias especializadas que conviven con este tipo de plantas, toman y fijan en esas estructuras el nitrógeno atmosférico (del aire), convirtiéndolo en nitrógeno aprovechable por cultivos que posteriormente se establecerán.



En parcelas con pendientes se siembran por postura con el uso de macanas o chuzos. En suelos con topografía plana, se puede sembrar de la misma forma que en laderas. Si se dispone de bueyes o maquinaria agrícola para preparar el suelo, se puede sembrar en surcos.

Tabla 1 Distribución de siembra

ABONOS VERDES	Distanciamiento entre surco y postura en m. (para producción de abono verde)	Distanciamiento entre surco y postura en m. (para producción de semilla)
Canavalia	0.9 m – 1.0 m x 0.6 m (3 semillas/postura).	1.0m - 1.5 m x 0.8 m (2-3 semillas/postura).
Gandul	0.90 m - 1.0 m x 0.2 m (3 semillas/postura).	1.0 m x 0.4 m (3 semillas/postura).

3.1 Épocas de siembra y utilización

Después de establecidas las lluvias (mayo a junio), puede sembrarse para producir material vegetativo y utilizarlo como cobertura, o bien para incorporar al suelo con arado. La siembra de agosto o postrera es recomendable dejarla para la producción de semilla y cosecharla en la época seca (meses de diciembre y enero).

El cultivo finaliza con la madurez fisiológica o cuando las vainas cambian de color y las semillas ya están maduras. Algunas especies, como el gandul, producen vainas en diferentes momentos del año, de manera que la obtención de semillas también podría realizarse en los meses secos y aprovechar durante al periodo más húmedo las podas para incorporación o deposición de material vegetativo al suelo.

Para **producción de material vegetativo** con el propósito de incorporar materia orgánica al suelo se recomienda cortar la planta cuando está en floración de 90 a 100 días después de sembrado, en ese momento alcanza su máximo contenido de nutrientes.



- Sus semillas sirven para elaborar diversos suplementos para la alimentación animal, no obstante, no se recomienda usarla directamente como forraje debido a que contiene una sustancia tóxica, la Canavanina, esta planta se usa con fines medicinales, pero no es totalmente adecuada para la alimentación humana. Aun así, hay comunidades que consumen las semillas tiernas y preparan las vainas a las brasas.

5. Información Económica

Para el cálculo de los diferentes indicadores de beneficio-costos se asumen los supuestos siguientes:

- Área de la parcela fija: 5,972.1 m².
- Precios de mercado fijos con un tipo de cambio de 1.0 US\$ = C\$ 36.50 córdobas y una tasa social de descuento del 12%
- Producción comercializados en la comunidad y/o parcela, con precios fijos y nulos costos de comercialización.
- Implementación de las actividades de acuerdo a lo definido en el modelo.
- Para los diferentes cálculos se toma como referente el modelo Silvoagrícola (PD#15)

5.1 Costos

Abono verde, costos por manzana.

Acciones	Descripción	Costo Total US\$
Maíz, frijol y abonos verdes en asocio	Material para siembra	
	Sub total	128.77
	Labores de siembra y manejo	
	Sub total	153.42
	Insumos para manejo de cultivo	
	Sub total	164.66
	TOTAL	446.85

5.2 Ingresos

Los ingresos se calculan considerando lo siguiente:

- Área fija de la parcela: de la parcela y área cultivada aproximada de 3,881.86 (65% del área total).
- Siembra de: 20 libras de maíz mejorado NB9043, 50 libras de frijol INTA sequía Precoz. 20 libras de Canavalia y 20 libras de gandul.





Adicionalmente es importante mencionar, que con este sistema y la incorporación de leguminosas para la fijación y disponibilidad de nitrógeno en el suelo, en promedio el productor se ahorra en costos lo que representa la compra de abonos y fertilizantes aproximadamente por cerca de 1.5qq/Mz. Por otro lado, el beneficio sobre la restauración, reactivación biológica y mejora del perfil físico y el contenido de materia orgánica en el suelo, no se contabiliza en el cálculo. No obstante, es preciso considerar este aporte con miras a la sostenibilidad de los recursos productiva (en especial suelo), que de igual manera se traduce en una mayor oportunidad de sostenibilidad de la agricultura en la finca o parcela, con miras a la producción y la seguridad alimentaria.

Área total de la parcela: 5972.1 m ²					Tipo de cambio		36.5		
Modelo/Sistema Silvoagrícola					Ingresos C\$				
	Rubros	UM	Cantidad	Precios C\$	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Agrícola	Granos								
	Frijol	Quintal	4.5	2,850	12,825	12,825	12,825	12,825	12,825
	Maíz	Quintal	6	950	5,700	5,700	5,700	5,700	5,700
	Frijol (Gandul)	Quintal	2	2,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
	Sub Total C\$				22,525	22,525	22,525	22,525	22,525
	INGRESOS TOTALES US\$				617	617	617	617	617
	COSTOS			-446.85	447	447	447	447	447



TECNOLOGÍA: DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA CON HORTALIZAS, RAÍCES Y TUBÉRCULOS

1. Nombre y descripción de la tecnología



En el Corredor seco de Nicaragua (CSN), la oportunidad de diversificar la producción incorporando hortalizas, raíces y tubérculos a la tradicional producción de granos básicos, tiene una gran importancia en la seguridad alimentaria de las familias, así mismo como representa una importante fuente para la mejora de los ingresos para la economía del hogar.

La diversificación como estrategia o tecnología, incorpora capacidades y conocimiento agronómico en el cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos en las condiciones ambientales de sequía predominantes en el CSN. De esta forma se hace necesario para

una buena implementación, la provisión y manejo de herramientas y capacidades técnicas que permitan a las familias evaluar sus sistemas de producción y replantear la lógica o perspectiva productiva.

En la diversificación la incorporación de rubros para la alimentación familiar, así como la consideración de especies hortícolas de alto valor (cebolla, pepinos, tomates, chiltoma, hierbas, entre otras), frutas y tubérculos (camote, yuca) es de importancia, tanto para mantener una producción que aporte a la dieta familiar, así como la oportunidad de generar productos para la venta, que permitan la obtención de ingresos para mejorar la economía de las familias, y aumentar la capacidad de inversión de los productores en su parcela o finca.



combinaciones de especies, debe tomar en cuenta la incorporación de cultivos de ciclo corto, e intermedio, que se complementan con las especies perennes para facilitar el aprovechamiento sostenido a lo largo del año.



Para mantener toda esta cadena, el suelo debe tener una **proporción conveniente de nutrientes y alto contenido de materia orgánica**, lo cual favorecerá la retención del agua y una mejor infiltración. Para lograr lo anterior, el modelo permite la combinación de otras tecnologías complementarias que pueden contribuir al restablecimiento de los equilibrios bio ecosistémicos y la reactivación biológica de los suelos. Entre los más comunes y de menor costo o de fácil elaboración se destacan:

Sustratos como: Tierra de bosque (Mantillo vegetal/Humus), Compost, Lobrihumus y Bokashi.

- **El compost.** se obtiene como resultado de la descomposición aerobia de los residuos orgánicos mediante un proceso que incluye la acción de microorganismos y la presencia de oxígeno durante cierto tiempo. El proceso genera un fertilizante muy valioso, que aporta al suelo microorganismos, materia orgánica y minerales necesarios para el crecimiento y desarrollo de las hortalizas y vegetales, así como de otros cultivos de la finca¹.
- **Lombrihumus.** Es un abono orgánico que se realiza por la descomposición de materiales orgánicos por la acción de las lombrices, ofrece una nutrición equilibrada para las plantas al mejorar las propiedades química y físicas del suelo ya que aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y micro nutrientes esenciales.



1 Manual de cultivo de hortalizas. INATEC.

- Aprovechamiento de la disponibilidad de agua: Algunas frutas y cítricos pueden ser gestionados de manera más eficiente en términos de agua que los granos básicos, lo que es especialmente importante en un área con sequías frecuentes. Se pueden utilizar técnicas de riego por goteo o sistemas de recolección de agua de lluvia para mejorar el suministro hídrico.
- Mejora de la seguridad alimentaria: La diversificación puede mejorar la seguridad alimentaria al proporcionar una gama más amplia de alimentos. Los productos como frutas, hortalizas, vegetales y cítricos pueden enriquecer la dieta de las familias productoras.
- Rotación de cultivos: La rotación de cultivos en sistemas diversificados ayuda a prevenir la erosión del suelo y reduce la presión de plagas y enfermedades específicas de los cultivos (efecto de colorimetría para disminuir la incidencia de plagas).

3.2 Desventajas

- Se requiere de conocimientos: La diversificación puede requerir un mayor conocimiento técnico y habilidades agrícolas, ya que diferentes cultivos tienen diferentes necesidades de manejo y cuidado.
- Necesidades de inversión inicial: tal como se ha visto, el modelo probablemente, al menos en su etapa de inversión inicial, puede requerir inversiones fuertes en infraestructura y equipos como sistemas de riego, bombas, semillas y plántulas de diferentes cultivos.



- Acceso a mercados: La inexistencia de infraestructura de transporte, así como la poca experiencia de las familias para acceder y comprender como funcionan los mercados, representa un reto.
- Mano de obra: La diversificación puede requerir una mayor cantidad de mano de obra, lo que puede ser un desafío en áreas donde la mano de obra es limitada o costosa.

En resumen, en el Corredor Seco de Nicaragua, la diversificación productiva con granos básicos, hortalizas, frutas y cítricos puede ser beneficioso para mitigar los riesgos climáticos y mejorar la seguridad alimentaria; inclusive facilitar la inserción de manera gradual de las familias a los mercados, para comercializar los excedentes. Sin embargo, es esencial abordar los desafíos relacionados con la inversión inicial, el acceso a mercados y la capacitación agrícola como clave para el éxito en este tipo de sistema de producción.



4. Información Económica

4.1 Los supuestos siguientes son válidos:

- Rendimientos constantes a escala con precios fijos.
- Tamaño de subparcela fijo, con rotación de cultivos anuales. Para el caso de raíces y tubérculos (yuca y malanga coco) se sembró un área de 150m lineales.
- Precios de productos e insumos constantes con cero (0) costo de comercialización.



Para la estimación de los costos, en hortalizas se consideró una micro parcela con un área promedio de siembra de 40 m x 35 m. Se sembraron 432 plantas de tomate, 432 de chiltomas tres cantos, 1,600 plantas de cebolla sebaqueña y 240 plántulas de pepino Tropicuke.

4.2 Costos

A manera de ejemplo, se presentarán los costos relacionados al establecimiento de Yuca y Malanga, así como de hortalizas (tomate, pepino, chiltomas y cebolla).

Para los rubros yuca y malanga se sembraron 100 esquejes de Yuca en 150 m. lineales de curvas a nivel y 50 hijos de malanga coco con distancias de 0.90 m x 0.60 m.

La tabla siguiente muestra los costos de la implementación:

	Labores de siembra y manejo	Costo USD \$
Yuca y malanga	Siembra de Yuca y Malanga	7.07
	labores culturales (Chapia, abonada, cosecha)	14.14
	Subtotal	21.21
	Material para siembra	
	Yuca (Ceiba, cubana)	14.14
	Malanga (Coco)	14.14
	Subtotal	28.27
	Insumos para manejo de cultivo	
	Fertilizante 18-46-0 (a la siembra)	10.25
	Fertilizante nitroxtend	8.48
	Subtotal	18.73
	Total	68.21



3. Construcción y/o establecimiento

Debido a la diversidad de sistemas existentes, la construcción debe considerar entre otras variables: la pendiente, la fuente y calidad del agua disponible, los tipos de cultivos a irrigar y la visión productiva del dueño de la parcela.

Considerando las variables anteriores se pueden usar desde materiales externos o industriales hasta materiales locales, naturales o reciclados de bajo costo. Son sistemas de fácil adopción y su uso permite la integración familiar y la participación activa de mujeres, jóvenes y niños en su mantenimiento.



Algunos elementos a considerar en la evaluación de la adopción de innovación tecnológica son: disponibilidad de recursos financieros, condiciones de la parcela, disponibilidad y calidad del agua, niveles de consumo de los mismos, entre otras variables.

Las condiciones básicas para la instalación con las siguientes: disponer de una fuente de agua permanente: pozo, río y/u ojo de agua, y con caudal suficiente para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; limpieza del sitio donde se ubicará el sistema, el cual será destinado para la producción de cultivos rentables, principalmente vegetales o frutales de alto valor comercial; y construir la estructura o base donde descansará el tanque de almacenamiento, o si es un tanque tipo Zamorano, idear su construcción en un sitio con un altura suficiente para que se riegue por gravedad.

3.1 Fases clave del proceso de instalación

Los pasos a seguir para la instalación del sistema de riego son en resumidas cuentas los siguientes:

- Preinstalación: limpia, trazo, ubicación de obras civiles, permisos de construcción, apertura de zanja.
- Instalación de tuberías: relleno compactado para minimizar asentamientos sobre tubería, instalación de conexiones.
- Instalación de válvulas en sitios estratégicos.





- No se pierde agua por escorrentía.
- Bajo consumo de energía en el sistema de bombeo del agua.
- Disposición exacta del agua en el lugar en el que la necesita la planta.
- Administrar eficientemente la cantidad de nutrientes y fertilizantes necesarios para nuestra planta.
- Disminución de la presencia de malezas. Al colocar el agua directamente en la planta evitamos regar las malas hierbas, impidiéndoles así el crecimiento.
- Reducción de plagas. Al no mojar la planta en sí, sino solamente las raíces evitamos, por ejemplo, la aparición de hongos en las hojas.
- Menor erosión del suelo ya que el agua no corre por este.

- Ahorra desde un 40% hasta un 60% de agua.
- No se pierde mucha agua por evaporación.
- Se puede entrar a la parcela en cualquier momento, ya que las calles permanecen secas.

6.2 Desventajas

- El riego por goteo es más caro en la instalación que otros sistemas.
- Posible taponamiento de los goteros debido a las sales que pueda contener el agua o por la mala calidad del gotero.
- No se puede labrar el suelo una vez está instalado el sistema.
- Alto costo de mantenimiento.
- Requiere de mayor preparación técnica por parte del agricultor.
- Necesidad de fertilizantes totalmente solubles en agua.
- Se requiere de más mano de obra, incluyendo personal capacitado para el diseño y la instalación.
- Tienen una vida útil de corta duración (2 a 4 años).





7. Información económica

7.1 Costos

En la cuantificación de costos e ingresos se ha tomado como referente un área fija de 3,597.3 m².

Aplicación de la innovación: cultivos hortícolas y frutales (en pequeña escala), aunque es aplicable a otros tipos de cultivos, siempre que se tome en cuenta la capacidad del sistema, la fuente y disponibilidad de agua, entre otras variables tal como se ha afirmado.

	Materiales del sistema	Costo US\$
Riego por goteo	Manguera de goteo 2200 m a 20 cm	200.27
	Válvulas con conectores integrado de 16 mm	49.32
	Gromex	24.66
	Manguera de 1.5 pulgadas	95.89
	Sub total	370.14



TECNOLOGÍA: FRUTALES Y FORESTALES EN LÍNEA

1. Nombre y descripción de la tecnología



La tecnología frutales y forestales en línea es un conjunto de plantas herbáceas, arbustivas o arbóreas, de una o varias especies, plantadas o reclutadas de la regeneración natural, a espaciamientos regulares o irregulares, distribuidas a lo largo de una o varias (pero pocas, normalmente entre 1 a 4) líneas paralelas de longitud variable, que siguen una trayectoria recta, curva o en ángulo, y que cumplen objetivos definidos por el productor. Los arreglos que se están promoviendo en este documento son las barreras vivas y las cercas vivas.

Los frutales que se pueden incluir en esta tecnología son: cítricos, papayas, aguacates, guayabas, nancite, achiote, mango, moras, jocotes, entre otras especies que se adapten fácilmente a las condiciones particulares del corredor seco. De igual forma, los forestales podrían ser: mandagual, jícaro, madero negro, carbón, por mencionar algunos de alto interés en las zonas secas.

2. Objetivo de la tecnología

Los árboles en línea es una forma de plantación con una disposición muy similar a la de los árboles en cultivo en callejones, las líneas o filas se distancian ampliamente. Dentro de las filas se establecen cultivos anuales o perennes, dependiendo de las necesidades del productor, la fertilidad del suelo y la



pendiente del mismo. La diferencia básica con el cultivo en callejones es que los árboles no se podan para la producción de “mulch”, sólo reciben algunas podas de formación para evitar el exceso de sombra.

En esta ficha se incluyen como árboles en línea las barreras vivas de cuyo fin es evitar la erosión del suelo, proteger a los cultivos contra plagas insectiles o golpes del viento y aportar en la diversificación productiva de la finca; y las cercas vivas, con objetivos orientados a la reducción de costos de producción por la disposición de postes de manera permanente para tender el alambrado, o el suministro de material vegetal cuando sus árboles son podados, además de obtener algunos excedentes como madera, leña, o carbón. Ambos arreglos propician también la fijación de carbono, la conectividad para la biodiversidad y la protección de las cuencas.

3. Establecimiento

3.1. Barreras Vivas



Las barreras vivas son hileras de árboles sembradas a poca distancia, en curvas de nivel, con el objetivo de conservar el suelo y protegerlo de la erosión. Se pueden establecer de: madero negro, leucaena, gandul, “king grass”, además de algunos frutales como los cítricos, aguacates, nancite, mora, jocote, por mencionar algunos. La distancia entre curvas depende de la pendiente y del tipo de suelo. Se combinan bien con otras técnicas como las acequias. Las barreras vivas reducen la velocidad del agua porque divide la ladera en pendientes más cortas, y la velocidad del viento (rompe viento). Sirven también como filtro, captando sedimentos que van en el agua de escurrimiento. Para lograr este resultado se colocan rastrojos o el material de poda de los árboles al lado superior de la barrera. El buen manejo de la barrera viva da como resultado la formación paulatina de terrazas. Otro efecto adicional, es que sirven como protección de los cultivos ante la entrada de plagas insectiles.



Establecimiento de la plantación

- Trazar curvas a nivel empezando en la parte alta de la ladera.
- Marcar surcos para la siembra de las barreras vivas en la distancia adecuada para el terreno.
- Se recomienda control de malezas en el primer año, hasta que las barreras vivas estén bien establecidas. En caso de combinarla con acequias, la barrera viva se siembra 20 cm arriba del borde superior de la acequia.
- Evite el fuego y el ingreso de animales a la parcela.

3.2. Cercas Vivas

Las cercas vivas son hileras de árboles que pueden delimitar o servir de protección para otros componentes u otros sistemas. Esta tecnología agroforestal es considerada por muchos científicos como complementaria a otros sistemas integrados de producción (por ejemplo, los cercos vivos pueden complementarse con cultivos anuales o perennes o con sistemas pecuarios). Los cercos vivos son plantaciones lineales separadas usualmente a 3, 4 y 5 o más metros de distancia entre individuos, dependiendo del tamaño de la copa del árbol adulto, y se pueden sembrar efectivamente en una o dos líneas.



Establecimiento de la plantación

En el corredor seco se recomienda establecer las cercas vivas ya sea por prendón o por planta; si es por prendón o estaca, a este se le debe realizar un tratamiento a priori, es decir, cortarse en abril, ponerse en reposo bajo sombra por 15 días y luego establecerlo al menos 8 días antes del inicio de las lluvias. Si la siembra es por planta, el establecimiento se realiza a la entrada de las lluvias en el ciclo de primera. La única manera para establecer cercas vivas es comenzar con un cerco convencional de postes muertos apoyado por alambre, y gradualmente, establecer los postes de cerca viva a 3 o 4 metros de distancia, hasta sustituir los muertos. Esto es muy importante para prevenir el daño causado por los animales cuando ramonean, si se trata de sistemas silvopastoriles.



4. Ventajas y Desventajas

4.1 Ventajas

Con la tecnología se está promoviendo un cambio en la mentalidad de los productores con respecto a los sistemas tradicionales de producción, de manera que, bajo este nuevo paradigma de la agricultura en un contexto de cambio climático, se hace un aporte extraordinario para que las familias del corredor seco puedan responder y adaptarse a los cambios del clima de una manera más resiliente. La tecnología de forestales en línea, Barreras vivas (BV) y Cercas vivas (CV) combinan árboles con cultivos agrícolas de forma simultánea o secuencial en una misma área. La combinación de árboles en barreras vivas y cercas vivas ofrece algunos de los siguientes beneficios:

- Diversifican la producción y, por ende, aumentan los ingresos para las familias.
- Los árboles brindan otros beneficios directos, como la producción de madera, forraje, leña, frutos y medicinas.
- Incrementan el valor de la finca.
- Aportan en la recuperación de suelos degradados y disminuyen la erosión de éstos.
- Fomentan la conservación de la biodiversidad y de especies nativas in situ.
- Ayudan a la fijación de carbono.
- Incrementan la rentabilidad y competitividad de las fincas.
- Mejoran la distribución de ingresos/finca/año comparado con sistemas tradicionales de monocultivo.



4.2 Desventajas

Requiere una fuerte concentración de mano de obra principalmente en las actividades de establecimiento.



- Puede disminuir la producción de los cultivos principalmente cuando se utilizan demasiados árboles (competencia) y/o especies incompatibles.
- Pérdida de nutrientes cuando la madera y otros productos forestales son cosechados y exportados fuera de la parcela.
- Daños mecánicos eventuales a los cultivos asociados cuando se cosechan o se podan los árboles, o por caída de gotas de lluvia desde árboles altos.
- Los árboles pueden obstaculizar la cosecha mecánica de los cultivos.

- El microambiente puede favorecer algunas plagas y enfermedades.



5. Costos

A continuación, se incluyen los costos de una cerca viva como ejemplo de inversiones en forestales en línea.

El tamaño de la parcela es fijo (4,586.08 m²) y se emplean 25 prendones de madero negro en un área de 150 metros lineales.





Rubros	UM	Cantidad	Precios C\$	Ingresos C\$				
				Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Frutas								
Piñas	Unidades	50	25	1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,250.00
Aguacates	Unidades	1500	10				15,000.00	20,000.00
Jocotes	Bidones	10	200				2,000.00	2,400.00
Pitahaya	Unidades	100	20	2,000.00	2,200.00	2,420.00	2,662.00	3,061.30
Sub Total C\$				3,250.00	3,450.00	3,670.00	20,912.00	26,711.30
Cítricos								
Limonos	Unidades	3500	2.5		875.00	875.00	8,750.00	8,750.00
Naranja	Unidades	2500	2	0.00	500.00	1,000.00	5,000.00	5,000.00
Sub Total C\$				0.00	1,375.00	1,875.00	13,750.00	13,750.00
Sub Total (Componente agrícola)				3,250.00	4,825.00	5,545.00	34,662.00	40,461.30
Postes para cerca	Unidades	10	50			100.00	200.00	300.00
Leña	moños	200	10			400.00	800.00	1,200.00
INGRESOS TOTALES C\$				3,250.00	4,825.00	6,045.00	35,662.00	41,961.30
INGRESOS TOTALES US\$				89.04	132.19	165.62	977.04	1,149.62



TECNOLOGÍA: DIQUES Y ACEQUIAS

1. Nombre y descripción de la tecnología



El Corredor Seco de Nicaragua es una zona vulnerable a los efectos del cambio climático, principalmente por la disminución de las lluvias, lo cual obliga a las familias a adoptar prácticas que contribuyan a hacer un uso más eficiente de los recursos agua y suelos.

Debido a que las familias dependen de la calidad del suelo para producir y garantizar sus medios de vida, es necesario implementar un conjunto de prácticas que contribuyan a la conservación y al uso sostenible de dicho recurso. En esta dirección, la construcción de acequias y cercas vivas resultan pertinentes.

Las tecnologías mencionadas, además de los beneficios sobre el recurso suelo y por ende sobre el sistema productivo, persiguen cambios en cuanto a la perspectiva conservacionista de las familias productoras.

Los diques son muros de piedra construidos en forma de medialuna, siguiendo las curvas a nivel, para retener el agua de lluvia que forma las cárcavas. Su finalidad es reducir la velocidad de la escorrentía, detener la tierra y otros sedimentos que son arrastrados por la lluvia. Con el transcurso de los años, en esos diques se forman



terrazas fértiles donde se pueden plantar frutales, caña, para amarrar y proteger el suelo.

Las acequias son zanjas o canales construidos con un desnivel del uno por ciento en dirección transversal a la pendiente, para recibir el agua de escorrentía y drenar el exceso fuera del área de cultivo sin provocar



erosión o cárcavas. Se recomiendan para zonas con alta precipitación lluviosa y suelos con baja capacidad de infiltración. Para evitar la formación de cárcavas estas zanjas necesitan desagües a los lados de la parcela.

En la parte superior de las acequias se siembran barreras vivas para retener el suelo y otros sedimentos que arrastra la lluvia, a fin de evitar que éstas se rellenen con tierra. Las barreras vivas son hileras de plantas perennes o semi-perennes con crecimiento denso sembradas perpendicularmente a la pendiente.

2. Objetivo de la tecnología

Los diques y acequias tienen como objetivo conservar y proteger al suelo de la erosión, mejorar la infiltración de agua y son alternativas para que las familias puedan desarrollar y fortalecer sus capacidades de adaptación ante las variaciones del cambio climático.

3. Manejo

Los diques son estructuras transversales construidas con piedras. Se recomienda utilizarlos en cárcavas de hasta tres metros de ancho y un metro de altura como máximo. La distancia entre los diques va de acuerdo a la pendiente que puede ser de 10% hasta 30%.



Para la construcción de los diques es necesario seleccionar el sitio adecuado donde se acomodarán las piedras, también es importante considerar su establecimiento en zonas con abundante cantidad de piedras. Una vez localizado el sitio o sitios donde se construirán los diques, se realiza el traslado de las piedras procurando que las más grandes y pesadas queden en el centro, dejando un desagüe para que el agua no rebase por los lados.



Después de varios periodos lluviosos la tierra se va a acumular por lo que habrá que subir el muro del dique colocando más piedras u otros materiales. Se puede aprovechar también esta tierra que es muy fértil, sembrando prendedizos, chagüite, frutales, caña o tubérculos.

La acequia contribuye a la conservación de suelo, siempre que se combine con barreras vivas, barreras muertas, camellones, y otras prácticas en la parcela. En suelos arcillosos de baja infiltración se deben hacer profundas y en suelos arenosos se estabilizan los taludes sembrando barreras vivas en la parte superior de las acequias.

En una parcela típica del corredor seco con suelos de ladera es recomendable establecer barreras vivas con piña o vetiver en la parte baja de la acequia. Pueden sembrarse a 0.50 metros entre planta y planta para lograr mayor efectividad.



Para garantizar una larga vida útil la acequia debe ir siempre acompañada de barreras vivas sembradas en la parte superior de la obra. Estas barreras evitan que los sedimentos arrastrados por la lluvia rellenen la acequia.

La construcción manual de acequias requiere de bastante mano de obra. La recomendación es usar tracción animal para abaratar costos y abrir fácil y rápidamente la zanja.

4. Funcionalidad

La tecnología *diques de piedra* (pueden ser de madera) tienen la función de reducir la velocidad de la escorrentía y detener el suelo que se erosiona en las laderas, recuperando de esta manera las cárcavas que se forman. Con el control de cárcavas se busca establecer el equilibrio en el cauce de las aguas. De esta manera se mejora la retención e infiltración del agua y suelo.

Las dimensiones y distancia entre los diques dependen de la profundidad de la cárcava y de la pendiente del terreno.

Las *acequias* son zanjas o canales contruidos con un desnivel del uno por ciento en dirección transversal a la pendiente, para recibir el agua de escorrentía y drenar el exceso fuera del área de cultivo sin provocar erosión o cárcavas.



Se recomiendan para zonas con alta precipitación lluviosa y suelos con baja capacidad de infiltración. Para evitar la formación de cárcavas estas zanjas necesitan desagües a los lados de la parcela.



En la parte superior de las acequias se siembran barreras vivas para retener el suelo y otros sedimentos que arrastra la lluvia, a fin de evitar que éstas se rellenen con tierra.

Las acequias a desnivel controlan la erosión y garantizan la evacuación del exceso de agua que, en otras circunstancias, afectarían al cultivo y a la parcela. En pocos años ayudan a conformar terrazas.

La primera finalidad de la acequia a desnivel es drenar el exceso de agua. En segundo lugar, contribuyen a la conservación del suelo cuando se combinan con barreras vivas, camellones y otras obras. Las barreras vivas empleadas incluyeron especies tales como: madero negro, leucaena, gandul, Botón de oro (*king Grass*), valeriana o vetiver, piña, pitahaya entre otros.

5. Ventajas y desventajas

5.1 Ventajas

Con las tecnologías se está promoviendo una perspectiva más conservacionista en los productores con respecto a los sistemas tradicionales de producción, de manera que, bajo este nuevo paradigma de la agricultura en un contexto de cambio climático, se conviertan en una alternativa viable para que las familias del corredor seco puedan responder y adaptarse a los cambios del clima de una manera más resiliente.

Las tecnologías diques y acequias combinadas con barreras vivas conformadas por árboles frutales o maderables contribuyen entre otros elementos a:



TECNOLOGÍA: VARIEDADES MEJORADAS DE FRIJOL Y MAÍZ

1. Nombre y descripción de la tecnología



Los granos básicos (maíz, frijol y sorgo) son la dieta principal de la población rural que habita en el corredor seco de Nicaragua. En estas zonas, el modelo tradicional de cultivo ha sido el monocultivo, una tecnología que ha demostrado generar un impacto negativo sobre la productividad de los suelos, la estabilidad de los bosques y principalmente en la disponibilidad y distribución del agua. De manera que, las prácticas productivas tradicionales repercuten de manera negativa sobre el potencial productivo de estos suelos, disminuyendo el rendimiento en los granos básicos y su disponibilidad para el consumo, los ingresos y en el bienestar general de las familias⁴.

En este contexto de implementación de prácticas inadecuadas aunado a la incertidumbre climática y la fragilidad de los sistemas, derivadas de la adopción de prácticas productivas no sostenibles, el uso de variedades mejoradas se torna en una alternativa viable para adaptar los sistemas productivos y mitigar los impactos del clima sobre la producción de granos básicos en el corredor seco.

El uso de variedades mejoradas es ideal para aquellas familias rurales que desean innovar en sus sistemas de producción, incorporando conocimientos y prácticas novedosas que contribuyan al incremento de los rendimientos productivos, la mejora de la dieta y el aumento de los ingresos como resultado de la comercialización de excedentes.

⁴ van der Zee, A; Van der Zee, J; Meyrat, Alain; Poveda, C. Picado L. (2012). Estudio de Caracterización del Corredor Seco Centroamericano. Pág. 10. Recuperado de: <https://bit.ly/3QriokP>



2. Objetivo de la tecnología

El uso de variedades mejoradas tiene como objetivo principal aumentar la productividad y los rendimientos, así como mejorar la capacidad de resiliencia y adaptación del sistema de producción en el contexto del cambio climático y las condiciones particulares del corredor seco.



3. Variedades mejoradas de maíz

Se caracterizan por:

- Uniformidad en cuanto a altura de planta, tamaño de mazorcas, mayor cantidad de hojas y cantidad de granos por mazorcas.
- Su característica genética está fijada, por tanto, se pueden reproducir las semillas para los siguientes ciclos.
- Nuevas características incorporadas (rendimiento, tolerancia, valor nutritivo, mejor adaptación a la mecanización agrícola, entre otras).



Tabla 1. Variedades mejoradas de maíz					
Características	Variedades				
	NB - 6	NB 9043 (Catacama)	NB - S	Nutrinta amarillo	Nutrader
Naturaleza genética	Polinización libre	Polinización libre	Polinización libre		
Color de la semilla	Blanco	Blanco	Blanco	Amarillo	Amarillo
Cobertura de la mazorca	Buena	Excelente	Buena	Excelente	Excelente
Origen	Nicaragua	Nicaragua	Nicaragua	México	México
Rendimientos	65-70	65-70	40-50		
Tolerancia a	Achaparramiento	Pudrición de mazorca	Sequía		Pudrición de mazorca
Madurez relativa (días)	110 -115	110 -115	90 - 95		
Densidad poblacional (Plantas/mz)	35,000	37,000	37,000	37,000	37,000

4. Variedades mejoradas de frijol

4.1 Cultivares criollos

Tabla 2. Características y variedades criollas de frijol		
Características	Variedades	
	Frijol rojo nica	Frijol seda
Días emergencia	5	
Vigor predominante de la planta	Bueno	Bueno
Días a floración	Excelente	36
Altura de planta en cm	60	50
Días a la madurez fisiológica	55	50
Días a cosecha	65	70
Color predominante de la vaina	Rojo	Rojo
Número de vainas por planta	25	24
Longitud de la vaina	10.2	10
Número de semillas por vaina	7	7
Color de semilla	Rojo	Rojo
Peso de 100 semillas en gramos	23	24
Rendimiento qq/mz	21	18

Fuente: INATEC

Cultivares registrados y autorizados para la producción y comercialización. De los nueve cultivares registrados, todos son generados a nivel nacional. Algunas son:

Características	Variedades				
	INTA Cárdenas (DOR-500)	INTA Rojo	INTA Fuerte sequía	INTA Nutritivo	INTA Matagalpa
Polinización	Auto polinizado				
Color de semilla	Negro opaco	Rojo claro	Rojo oscuro brillante	Rojo	Rojo brillante
Origen	México	Honduras	Colombia	Colombia	Honduras
Madurez a cosecha (días)	77 - 79	75 - 77	74 - 77	75 - 77	75 - 77
Rendimiento (qq/mz)	22 - 24	30 - 35	19	30 - 35	30 - 35
Tolerancias	Tolerancias	Resistente al mosaico común y dorado. Tolerante a mancha angular	Resistente a sequía, mosaico común y dorado		

Fuente: INTA



5. Información Económica

5.1 Costos

Para la estimación de los costos se tomó como referente un tamaño de parcela de 600 m² en el que se emplearon 4 libras de maíz NB-6 mejorado a 0.30 m/plnt x 1 m/ surco, 8 libras de frijol INTA fuerte sequía.



Costos de producción			
Actividad	Descripción	Cantidad	Costo/Total \$
Maíz, asociado con canavalia, frijol rojo y cultivos en callejones	Labores de siembra		
	Sub total	10.50	43.15
	Labores de manejo		
	Sub total	12.50	51.37
	Material para siembra		
	Sub total		63.01
	Insumos para manejo de cultivo		
	Sub total		87.23
TOTAL US\$			244.77

5.2 Ingresos

Los supuestos siguientes son válidos:

1. Rendimientos constantes a escala con precios fijos.
2. Tamaño de subparcela fijo, con rotación de cultivos anuales.
3. Precios de productos insumos constantes.

Modelo/Sistema Silvoagrícola			Ingresos C\$					
Rubros	UM	Cantidad	Precios C\$	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Granos								
Frijol	Quintales	3.5	2500.00	8750.00	8750.00	8750.00	8750.00	8750.00
Maíz		5	850.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00	4250.00
Frijol (Canavalia)	Quintal	2	2000.00	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00
Total				17000.00	17000.00	17000.00	17000.00	17000.00
Total US\$				465.75	465.75	465.75	465.75	465.75

mejoran la fertilidad de los suelos, lo protegen de la erosión y ayudan a controlar las malezas. Algunas especies son, además, fuente de alimento para las familias productoras, por ejemplo, cuando se siembra en asocio el maíz con el frijol Mungo o la Canavalia.

3.3 Material para utilizar como tutores vivos

Al emplear estacas, estas deben ser rectas y sanas, de 2 a 2.5 metros de largo y entre 5 y 10 centímetros de grosor. Se cortan de árboles adultos que no se hayan podado en los últimos doce meses, preferiblemente en la fase lunar cuarto menguante, para causar menos daño al árbol y asegurar mayor sobrevivencia. Las estacas se almacenan bajo sombra por una semana, para estimular la acumulación de nutrimentos en la base y facilitar el surgimiento de raíces. Para estimular las raíces, se realiza un anillado en la corteza de la porción que va enterrada.

3.4 Mantenimiento y manejo del sistema

El mantenimiento dependerá de los objetivos del productor. Algunos hacen una chapia selectiva en el primer año; en los siguientes dos años siembran cultivos y el cuarto año dejan el terreno exclusivamente para el desarrollo de los árboles.

Con especies maderables se pueden extraer los árboles de valor a los siete años y se hace otra chapia selectiva. Cada año se deben hacer podas y raleos selectivos para la selección de árboles bien formados. Es posible utilizar árboles como: madero negro, guácimo y mandagual los cuales también pueden usarse para alimentar el ganado.



3.5 Protección y mantenimiento tutores

El mantenimiento evita la competencia de los árboles por agua, luz y nutrientes, así como daños o su pérdida, esto implica:

- Eliminar la maleza.
- Mantener limpios los rodales
- Proteger los árboles contra la acción del ganado (ramoneo).
- Eliminar las lianas o bejucos (evitar que suban por los árboles e impidan su crecimiento, causen malformaciones o cicatrices en las ramas o provoquen su muerte).
- Prevenir daños o pérdidas producidos por incendios forestales, plagas o enfermedades y animales o personas.



- En el caso de las leguminosas, fijan nitrógeno atmosférico por su simbiosis con los *rhizobium* (un tipo de bacterias). Se estima que puede aportar alrededor de 231 kg de nitrógeno por hectárea y que mejora el nivel de nutrientes disponibles (aumenta, por ejemplo, la disponibilidad de hierro y zinc).



- Ayudan a controlar la erosión cuando se utiliza como cultivo de cobertura, (sus hojas y tallos forman una capa protectora que en época de lluvias no permite que las gotas impacten directamente en el suelo, evitando el arrastre de suelo y la formación de cárcavas.
- Mejoran la estructura del suelo, rompen las capas compactadas y mejoran la capacidad de infiltración de agua.
- Pueden ser usados para el control de malezas y plagas.
- En pendientes fuertes, esta práctica debe combinarse con otras medidas de conservación de suelos y agua, como barreras vivas o acequias de infiltración.

5. Información Económica

5.1 Costos

Esta tecnología toma como referente una parcela con un área de 5,620 m² = 0.8 Mz

Tecnología	Categoría de costos	Costo en US\$
Reforzamiento de cultivo de Pitahaya	Material para siembra	
	Sub total	192.26
	Labores de siembra y manejo	
	Sub total	250.22
	Insumos para manejo de cultivo	
	Sub total	219.83
	TOTAL	662.30



5.2 Beneficios

Los beneficios se calcularon tomando en cuenta los rubros granos básicos producidos en callejones, así como los frutales incluidos la pitahaya, que es el rubro por excelencia que utiliza los tutores vivos.

Modelo/Sistema Silvoagrícola				Ingresos C\$				
Rubros	UM	Cantidad	Precios C\$	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Granos Frijol	Quintal	3	2500	7,500	8,250	9,075	9,983	10,981
Maíz	Quintal	4	950	3,800	4,180	4,598	5,058	5,564
Sub Total C\$				11,300	12,430	13,673	15,040	16,544
Frutas Piñas	Unidades	300	25	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500
Pitahayas	Unidades	2000	10	20,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Guayabas	Unidades	1000	10			3,000	4,000	7,000
Sub Total C\$				27,500	13,500	16,500	17,500	20,500
Cítricos								
Limones	Unidades	1000	2		100	400	600	2,000
Naranjas	Unidades	400	3.5		28	280	420	1,400
Mandarinas	Unidades	400	3.5		28	280	420	1,400
Sub Total C\$				0	156	960	1,440	4,800
Sub Total (Componente agrícola) C\$				38,800	25,930	30,173	32,540	37,044
Postes p/cerca	Unidades	50	50			500	1,000	1,500
Leña	moños	200	10			400	800	1,200
Carbón	Sacos	4	350	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Sub Total (Componente arbóreo) C\$				1,400	1,400	2,300	3,200	4,100
INGRESOS TOTALES C\$				40,200	27,330	32,473	35,740	41,144
INGRESOS TOTALES US\$				1,101	749	890	979	1,127



