



UNIÓN EUROPEA



Catálogo de Modelos Productivos para el Corredor Seco de Nicaragua

Sistemas Agroforestales Adaptados para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA





UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados para el Corredor Seco Centroamericano **AGRO-INNOVA**

Catálogo de Modelos Productivos para el Corredor Seco de Nicaragua

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



Catálogo de Modelos Productivos para el Corredor
Seco de Nicaragua
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
I. Modelo/Sistema	
Agroforestal Multiestrato Silvoagrícola (SSA).....	3
1. Nombre y descripción.....	3
2. Objetivo del Modelo/Sistema.....	4
3. Descripción del Modelo/Sistema.....	5
4. Componentes del Modelo.....	6
5. Beneficios del Modelo/Sistema Silvoagrícola.....	10
6. Resultados del modelo.....	13
7. Interacciones.....	14
8. Aspectos económicos.....	16
9. Mapa.....	19
II. Modelo/Sistema	
Agroforestal Multiestrato Agrosilvopastoril (SASP).....	20
1. Nombre y descripción.....	20
2. Objetivo del Modelo/Sistema.....	20
3. Descripción del Modelo/Sistema.....	21
4. Componentes del Modelo.....	22
5. Beneficios del Modelo/Sistema Agrosilvopastoril.....	26
6. Resultados del modelo.....	28
7. Interacciones.....	29
8. Aspectos económicos.....	30
9. Mapa.....	34



III. Modelo/Sistema**Agroforestal Multiestrato Silvopastoril (SSP).....35**

1. Nombre y descripción.....	35
2. Objetivo del Modelo/Sistema.....	35
3. Descripción del Modelo/Sistema.....	36
4. Componentes del modelo.....	37
5. Interacciones.....	40
6. Beneficios del Modelo/Sistema Silvopastoril.....	41
7. Resultados del modelo.....	42
8. Aspectos económicos.....	44
9. Mapa.....	48

IV. Modelo/Sistema**Agroforestal Multiestrato Silvoagrícola-Huerto Casero (SSA-HC).....49**

1. Nombre y breve descripción.....	49
2. Objetivo del Modelo/Sistema.....	49
3. Descripción del Modelo/Sistema.....	50
4. Componentes del Modelo.....	51
5. Beneficios del Modelo/Sistema Silvoagrícola.....	53
6. Resultados del modelo.....	55
7. Interacciones.....	56
8. Aspectos económicos.....	57
9. Mapa.....	60



GLOSARIO DE ESPECIES

Planta/Cultivo	Nombre científico
Ayote	<i>Cucurbita maxima, C. argyrosperma</i>
Bananos	<i>Musa × paradisiaca</i>
Botón de oro	<i>Tithonia diversifolia</i>
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>
Café	<i>Coffea arabica</i>
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>
Canavalia	<i>Canavalia Ensiformis</i>
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>
Cebolla	<i>Allium cepa</i>
Chaperno	<i>Lonchocarpus heptaphyllus</i>
Chaya	<i>Cnidoscolus chayamansa</i>
Chiltoma	<i>Capsicum annun L.</i>
Coco	<i>Cocos nucifera</i>
Crotalaria	<i>Crotalaria sp</i>
Frijol Gandul	<i>Cajanus Cajan</i>
frijol Mungo	<i>Vigna radiata</i>
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>
Mandagual	<i>Calycophyllum candidissimum</i>
Mango	<i>Mangifera indica</i>
Maní forrajero	<i>Arachis pintoii</i>
Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i>
Marango	<i>Moringa oleifera</i>
Naranja	<i>Citrus cinensis</i>
Papaya	<i>Carica papaya</i>
Pasto Campanita	<i>Clitoria ternatea</i>
Pasto Cuba CT-115	<i>Pennisetum purpureum</i>
Pasto Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>
Pasto Mombaza	<i>Panicum Maximun</i>
Pasto Taiwán	<i>Pennisetum sp.</i>



Planta/Cultivo	Nombre científico
Pasto vetiver	<i>Vetiveria zizanioides</i>
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>
Piña	<i>Ananas comosus</i>
Pipián	<i>Cucurbita mixta</i>
Pitahaya	<i>Hylocereus spp</i>
Plátanos	<i>Musa spp</i>
Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>
Repollo	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>
Rizobacterias benéficas	<i>Azospirillum sp., Bacillus sp., Rhizobium sp</i>
Sandía	<i>Citrullus lunatus</i>
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>



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 1200 mm 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 0.5 mz-3.0 mz, 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.



I. MODELO/SISTEMA AGROFORESTAL MULTIESTRATO SILVOAGRÍCOLA (SSA)



1. Nombre y descripción

El modelo combina cultivos en callejones con diversificación productiva utilizando variedades mejoradas de Granos Básicos + hortalizas+ Frutales y forestales en línea+ Cobertura Vegetal (abonos verdes y mulch) + Cerca Viva, con un componente Silvopastoril (Barrera Viva con Pasto y Bancos Forrajeros) + Cosecha de Agua + Obra de Conservación de Suelo y Agua + Sistema de riego por goteo.



2. Objetivo del Modelo/Sistema:

La implementación del modelo **Silvoagrícola** tiene como objetivo promover una agricultura sostenible como estrategia de adaptación al cambio climático (CC) a través de la mejora en el uso del suelo, la diversificación de la producción de las parcelas, mejora en la seguridad alimentaria de las familias productoras rurales, la provisión de alimentos suficientes para el ganado bovino y la mejora de los ingresos a través de la comercialización de los excedentes.



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, se 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 propiciará

cambios en la lógica y diseño del trabajo de las actividades productivas; ya que el modelo al ser innovador genera externalidad ambientales positivas, aporta alimentos sanos, ayuda a ahorrar tiempos para las actividades, genera productos de gran demanda para el mercado y permite la generación de ingresos al comercializar los excedentes.

La adopción de las innovaciones del modelo se traducirá en una reducción de la deforestación, disminuirá las prácticas tradicionales de roza, tumba y quema que han contribuido al avance de la frontera agrícola, la disminución de la disponibilidad del agua y al deterioro de los suelos.

En términos ambientales la conjugación del componente arbóreo con Obras de Conservación de Suelos y agua (OCSA) contribuye a mantener un gradiente de temperatura estable, disminuyendo la radiación solar. Por otro lado, al incorporar las actividades de manejo de rastrojos, hojarascas, etc., contribuye a una mayor retención e infiltración del agua, la creación de micro climas y en general, a la conservación y restauración del suelo.



En general, los modelos propiciarán el desarrollo de capacidades de adaptación de las familias a las variaciones del cambio climático, bajo un enfoque de adaptación y resiliencia.

3. Descripción del Modelo/Sistema

El sistema *Silvoagrícola* combina árboles con cultivos agrícolas en una misma parcela de forma simultánea o en forma secuencial. En este sistema se puede incluir la combinación de cortinas rompe vientos, barreras vivas, y cercas vivas con cultivos agrícolas en callejones, destinado a garantizar una producción diversificada con beneficios ecológicos y ambientales. La diversificación, además de generar oportunidades de flujo financiero a lo largo del año, constituye una estrategia efectiva para la gestión integral de los riesgos productivos.



De igual forma, el modelo integra la implementación de **Obras de Conservación de Suelos y Agua (OCSA)** y la cosecha de agua como prácticas innovadoras y resilientes que contribuyen a la protección, conservación y uso sostenible de los recursos suelo y agua. Adicionalmente, tecnologías como **acequias a nivel** y **barreras vivas con pastos de corte** evitan la continua fragmentación y deterioro de los

suelos, conservan la humedad y aumentan los procesos de infiltración del agua. Los **pastos de corte** incluidos en las acequias y en los bancos forrajeros, que además incluyen leguminosas, favorecen una dieta balanceada y una mejor alimentación para el ganado, disminuyendo la mortalidad en época seca y evitando la pérdida de productividad lechera.

En el modelo presentado, las **acequias a nivel y barreras vivas de pasto de corte con CT-115**, son altamente funcionales en suelos de ladera degradados, ya que favorecen la conservación y el aumento de la fertilidad de éstos, evitando la erosión, incrementan la retención de humedad, la fijación de nutrientes y la infiltración del agua de manera más eficiente.



La combinación de los componentes/arreglos del modelo con bancos forrajeros contribuye a asegurar una producción de alimentos de manera sostenible, mayor cobertura arbórea, forraje para ganado, protección de los suelos, disminución de plagas y enfermedades que atacan los cultivos, infiltración de agua, reducción de escorrentías y formación de cárcavas, entre otros¹.



4. Componentes del Modelo

4.1 Componente Agrícola:

4.1.1 Hortalizas, Maíz asociado con Canavalia con frijol de relevo, como cultivos en callejones con mandagual y madero negro. El componente se caracteriza por la producción de cultivos anuales como hortalizas (tomate, cebolla, pepino y chiltoma) y granos básicos (frijol y maíz) en cultivos en callejones,

¹ Cabe aclarar que la cuantificación económica de los beneficios del modelo no toma en cuenta otras externalidades positivas derivadas de la implementación del modelo o sistema (ie. aportes a la biodiversidad, a los ecosistemas conexos, captura de carbono, entre otras denominadas como valores de uso indirecto en la literatura económica ambiental).



los cuales se establecen en los ciclos de primera y postrera. La *Canavalia* funciona, en un primer momento como cultivo asociado en los granos básicos, para su posterior incorporación al suelo como abono verde; en el caso de las hortalizas, ésta se establece e incorpora una vez que el ciclo productivo ha finalizado.



Los hileras de mandagual y madero negro² que conforman los callejones, cuando éstos son podados, contribuyen a la incorporación de biomasa al suelo donde se establecen los cultivos anuales. Además, aportan a la protección del suelo, la retención de sedimentos, la infiltración de agua y a la conservación de la humedad.



4.1.2 Musáceas, yuca, piña y papaya con abonos verdes. En esta subparcela del modelo se establecen musáceas (plátano), yuca, piña y papaya, en asocio con abonos verdes, éstos últimos se incorporan al momento de la floración para mejorar la fertilidad y estructura del suelo.

La combinación de estos rubros persigue generar una mayor oportunidad de diversificación de la producción con fines de seguridad alimentaria y de mercado, además de aumentar la diversidad florística dentro del agro ecosistema para potenciar, entre otras cosas, los equilibrios bio-dinámicos dentro del modelo.

4.2. Componente arbóreo

El componente está conformado por los siguientes arreglos:

4.2.1 Barrera viva con guayaba y cítricos empleada para dividir las diferentes áreas de la parcela (el área de musáceas (plátano cuerno gigante), área de granos básicos, hortalizas y el banco forrajero).

² https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8281/El_cultivo_en_callejones.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Las barreras vivas son divisiones lineales en las que se combinan arbustos y árboles leñosos forestales y frutales, que se utilizan tanto para delimitar áreas de la finca, así como para evitar la entrada de plagas insensibles a los cultivos anuales. Adicionalmente proveen frutos que pueden ser consumidos por la familia o bien comercializados en los mercados locales ya que tienen una amplia demanda.



4.2.2 Barrera Rompe viento con árboles de mandagual.

El objetivo fundamental de la barrera rompe viento es reducir el impacto del viento en los cultivos y evitar la erosión eólica del suelo por la acción mecánica del viento. Adicionalmente, con la provisión de materia orgánica al suelo por la poda de esta barrera, se contribuye a la recuperación natural de los suelos degradados o al mantenimiento de las características físico-químicas y biológicas de éstos; sin obviar el aporte en postes, tutores y leña al sistema.

4.2.3 Cerca viva de mandagual y madero negro. Los árboles que componen las cercas vivas ofrecen varios beneficios, tales como la producción de alimentos para el ganado, que puede estar disponible en la época seca, ofrecen sombra al ganado en las horas de mucho sol y refugio cuando hay lluvias fuertes.

Uno de los principales beneficios de la combinación de ambas especies es que sirven para producir postes utilizados para cercar y/o delimitar linderos y áreas en la parcela. También, producen leña y madera de calidad producida por el mandagual; especie que tiene una amplia aplicación en el sector de madera-mueble por su fineza y durabilidad relativa.

De igual forma, las cercas vivas sirven de refugio para las aves y animales silvestres y facilitan su desplazamiento de una finca a otra, sirviendo como una suerte de corredores biológicos.



Las cercas vivas también mejoran la fertilidad del suelo por la caída de hojarasca. Estas especies y en particular las leguminosas, contribuyen a la captura de carbono, y fijación de nitrógeno atmosférico.

4.3 Componente Sistema Silvopastoril (SSP)

4.3.1 Banco Forrajero con CT-115, marango y botón de oro

Un banco forrajero, es un área destinada a la producción de forraje de alta calidad y volumen, que se utiliza para la alimentación complementaria del ganado. En función del porcentaje de energía o proteína que presentan las especies con mayor predominancia, se pueden clasificar en banco energético o banco proteico, respectivamente.

Las especies presentes en el modelo son el CT-115, marango y botón de oro, las cuales se comportan bien en las condiciones del Corredor Seco, y sobre todo generan una alimentación complementaria para el ganado presente en la unidad productiva. Las combinaciones de estas especies en la ración proveen energía, proteínas y fibras en cantidades mayores a las obtenidas por pastoreo convencional, de manera que, como estrategia, estas tecnologías, contribuyen a una mejor alimentación y mantenimiento nutricional del hato.



4.4 Obras de conservación de suelos y agua (OCSA)

El uso de las obras de conservación de suelo y agua depende de las características del terreno, condiciones de suelo y el grado de cobertura vegetal que presenta el lote o parcela y de la visión de conservación del productor. En el modelo se promocionan como OCSA, las acequias a nivel y las barreras vivas, pero bien pueden coexistir otras en el modelo. La utilización de una o de otra tecnología dependerá entre otras variables de la pendiente en que se encuentre la parcela, de los daños visibles que presente el lote y de la capacidad financiera del productor.



4.4.1 Acequias a nivel. Las acequias a nivel son canales que se construyen a nivel, en dirección transversal a la pendiente, para retener, conservar y ayudar a infiltrar el agua de lluvia que cae sobre las laderas. Por esta razón se recomiendan para zonas con baja precipitación lluviosa: trópico seco y subtropical seco. Cada zanja requiere la siembra de barreras vivas en el borde superior de su estructura, para que el agua de escorrentía, el suelo erosionado y otros sedimentos arrastrados por la lluvia no la destruyan. Cuando sea necesario, al final de cada acequia se pueden abrir pozos para infiltración de los excedentes de agua (IICA – Red SICTA, sf).



Cuando sea necesario, al final de cada acequia se pueden abrir pozos para infiltración de los excedentes de agua (IICA – Red SICTA, sf).

4.4.2 Barreras vivas. Las barreras vivas son hileras simples, dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso, establecidas en curvas a nivel y a distanciamientos cortos. El objetivo principal de las barreras vivas, es reducir la velocidad de escorrentía superficial y retener el suelo que en ella se transporta (IICA –Red SICTA, sf).

Otras obras potenciales pueden ser:

- Terrazas con curvas a nivel para retención de suelo y habilitación de áreas de siembra
- Barreras vivas para reducir erosión, propiciar infiltración de agua y protección contra el arribo de plagas insectiles.
- Acequias/zanjas a nivel para captar e infiltrar agua.
- Zanjas de deriva para drenar el exceso de agua de lluvia.
- Barreras muertas de piedra para controlar la erosión.
- Diques de piedra y postes para eliminar cárcavas.

5. Beneficios del Modelo/Sistema Silvoagrícola

5.1 Beneficios sociales

Contribuye a diversificar la dieta de las familias fomentando una alimentación balanceada.



La implementación del modelo representa una excelente oportunidad para facilitar aprendizajes sobre el tema de conservación, preservación y uso sostenible de los recursos a nivel de finca, con potencial de irradiación a las fincas colindantes y al territorio.

En general, el modelo propicia el desarrollo de capacidades de adaptación de las familias a los efectos del cambio y las variaciones climáticas, bajo un enfoque de adaptación y resiliencia.

5.2 Beneficios ambientales

- El modelo contribuye a mantener un gradiente de temperatura estable, disminuyendo la radiación solar. Por otro lado, al incorporar las actividades de manejo de rastrojos, hojarasca, etc., contribuye a una mayor retención de agua, la creación de microclimas y en general, a la conservación y restauración del suelo.
- Los diferentes arreglos, tal como se ha afirmado ayudan a controlar la erosión: evitando que la corriente arrastre el suelo por la acción del sistema radicular de los árboles presentes en el modelo.
- Facilita un mayor aprovechamiento del agua al aumentar la infiltración en el suelo.
- Mejora la fertilidad de los suelos y previene la proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos.
- Favorece la biodiversidad y la disminución de uso del bosque natural, así como su sustitución al proveer postes y leña para el uso en la finca.



5.3 Beneficios económicos del modelo

- Tal y como se ha mencionado, el norte del Corredor Seco de Nicaragua se caracteriza por presentar bajos rendimientos en granos básicos y hortalizas debido a su clima semiárido, suelos degradados y limitaciones en el acceso al agua, lo que hace que la producción agrícola sea altamente vulnerable a la variabilidad climática y a menudo insuficiente para satisfacer las necesidades de la población local.

- En el contexto anterior, la experiencia en la implementación de estos sistemas muestra que en algunas parcelas se han logrado cambios significativos en la productividad de los principales rubros agrícolas. Los incrementos han sido del orden de los 11-13 qq/mz; en zonas cercanas a altas montañas de Pueblo Nuevo (Estelí) y Macuelizo (Ocotal). Estos datos son congruentes con el estudio³ de J. Graterol Matute *et al*, citado por Somarriba, G (2022) en el diagnóstico realizado para Catholic Relief Services (CRS)⁴ sobre Cadenas de Valor agrícolas prioritarias.



- Por otra parte, el uso de tecnologías como variedades mejoradas, inoculantes y bio insumos, sumado a prácticas de incorporación de material vegetal al suelo y el asocio de maíz con Canavalia como estrategia para mejorar la fertilidad, contribuyen a aumentar los rendimientos. Por ejemplo, en dos años de producción, utilizando lo descrito anteriormente, se logró observar que el maíz presenta un incremento del 19% en el rendimiento con respecto a años anteriores. De igual forma, el cultivo del frijol mostró rendimientos cercanos al 18% con respecto al promedio histórico en la zona.

- Otro de los elementos que aporta el modelo está relacionado con la diversificación productiva de las parcelas, a través de la producción de granos básicos, hortalizas, raíces y tubérculos, cucurbitáceas, semillas, forrajes y frutas. Como se demuestra más adelante, en el acápite de análisis económico, son rubros de alto valor nutricional y de mercado que contribuyen a mejorar la dieta, ahorrar costos de compra; a la vez que representan una excelente oportunidad para la venta de excedente, contribuyendo a aumentar los ingresos de forma sostenible.



- En el caso particular de las cercas vivas con árboles frutales y maderables representan una fuente de abastecimiento de leña, postes, estacas y frutas; con el consiguiente ahorro de costos.

3 J. Graterol Matute, E. Pulver, S. Jaramillo Cardona, S. A. Urioste Daza, R. A. Labarta, J. A. Arana Salazar, B. Reyes, M. Obando, C. Moreno, Coordinación Eugenia Saini. 2019. Estrategia de diversificación y aumento de la productividad agropecuaria en el corredor seco de Nicaragua con base en la gestión integral del recurso hídrico.

4 Somarriba, G. Catholic Relief Services, CRS (2022). Diagnóstico de cadenas de valor agrícolas prioritarias, su oportunidad de mercado y viabilidad de producción en prácticas sostenibles con el suelo. (Sin publicar).



- Los diferentes arreglos contribuyen a la fijación del nitrógeno, mejorando el suelo, producen abonos verdes, forrajes y estacas; generando ahorros y costos evitados al productor.
- Las obras de conservación de suelos, además de contemplar la construcción de obras físicas para el manejo del mismo, también ayuda a mejorar la fertilidad del suelo mediante la incorporación de la biomasa que resulta de la poda, evita pérdidas del suelo por erosión y mejora el rendimiento de los cultivos.



6. Resultados del modelo

Representa la oportunidad para replantear los modelos convencionales de producción y aprovechamiento de los recursos naturales, facilitando la transformación lógica en el diseño de los sistemas de producción hacia un enfoque de diversificación productiva aumentando la oferta de rubros de alto valor como frutas, granos, vegetales que aportan al balance nutricional y a los ingresos, facilitando la



recuperación paulatina de los equilibrios bio-dinámicos, la participación de las familias en los mercados locales y la adaptación y resiliencia de los sistemas productivos ante la incertidumbre climática.

Escalamiento de prácticas productivas sostenibles bajo el modelo Silvoagrícola provoca cambios en la visión del productor sobre la forma de utilizar de manera racional los recursos naturales principalmente suelos y agua.

Un elemento clave del modelo es su potencial para generar en la zona norte del corredor seco, cambios en las comunidades sobre la actuación antrópica y los efectos adversos sobre los ecosistemas del modelo basado en el monocultivo, propiciando cambios en la cultura de producción que se traduce en un manejo sostenible del suelo y el agua, la incorporación de especies nativas, el mejoramiento de la seguridad



alimentaria, la reducción de costos en la utilización de insumos externos, entre otras externalidades positivas derivadas de la adopción.

A manera de resumen, es necesario destacar que el impacto de estos cambios en la conducta de los productores puede ser positivo en términos de resiliencia económica, sostenibilidad ambiental y seguridad alimentaria. Sin embargo, también puede requerir una mayor inversión inicial, capacitación y gestión más compleja.

En última instancia, el éxito de estos cambios dependerá de la adaptación y la integración efectiva de estos enfoques en la agricultura tradicional, así como de las condiciones específicas del entorno local, la visión y las necesidades de los agricultores.



7. Interacciones



La combinación y/o complementación de los componentes que conforman los sistemas, permite generar diferentes interacciones.

Entre las principales interacciones positivas se destacan:

- Las cercas vivas con mandagual y madero negro, generan microclimas en los cuales se disminuye las temperaturas extremas y el exceso de radiación solar.
- La combinación de barreras vivas con mandagual, permiten una mayor protección contra la erosión por viento y agua (menos impacto erosivo de las gotas de lluvia y escorrentía superficial). De esta manera previenen el impacto sobre los cultivos.
- Tanto las barreras vivas con mandagual como los callejones con madero negro, a través del aporte de hojarasca y producto de las podas, aportan material vegetal (incorporación de biomasa) para la fijación de nitrógeno en el suelo.



- Los bancos forrajeros con CT-115, marango y botón de oro, además de proveer alimentos para el ganado, promueven el mantenimiento de la estructura y fertilidad del suelo, facilitan la retención de agua, inhibe el arrastre de materiales y el secuestro de carbono.
- Las acequias a nivel combinadas con barreras vivas de pasto, facilitan la recuperación de suelos degradados, mayor retención de humedad, infiltración de agua en el suelo, reduce la velocidad de escorrentías en las pendientes lo que generan cárcavas y erosión hídrica.



- La diversificación productiva, permite tener mayor producción en áreas de suelos que históricamente fueron empobrecidos y marginales. También reduce la diseminación y daño por plagas y enfermedades.
- Las cercas vivas de mandagual y madero negro, proporcionan hábitat para la biodiversidad, constituyéndose en un refugio para aves de migración anual, facilitándoles el paso entre una finca y otra, conformando una base para un corredor biológico en el futuro.

8. Aspectos económicos

Cálculo de Ingresos y costos del Modelo. Supuestos

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

- Área de la parcela fija: 3,161 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%.



- Volúmenes de producción comercializados en mercados locales, comunidades y parcela con precios fijos.
- Implementación de las actividades de acuerdo a lo definido en el modelo.

8.1 Costos del Modelo

COMPONENTE	Arreglos del Componente	Costo/Total \$	%
Agrícola	Maíz, asociado con Canavalia, frijol rojo y cultivos en callejones.	244.77	41%
	Establecimiento de parcela de Hortalizas en cultivo en callejones y Maíz como barrera viva.	368.48	
	Yuca, piña y papaya en Asocio con abonos verdes Canavalia.	515.86	
	Repoblación de Musáceas.	225.59	
Sub Total		1354.7	
Arbóreo	Barrera viva con guayaba.	118.14	10%
	Barrera Rompe viento con árboles de Mandagual.	60.62	
	Cultivo en callejones de Mandagual y madero negro.	80.7	
	Establecimiento de cerca viva de Mandagual y madero negro	73.3	
Sub Total		332.76	
SSP	Banco Forrajero con CT 115 y Marango	320.68	15%
	Acequias a nivel y barreras vivas de pasto de corta con (CT 115).	105.42	
	Establecer semillero para el Banco forrajero y Barrera Viva.	86.63	
Sub Total		512.73	
OCSA	Tanque Zamorano	688.82	34%
	Reforzamiento del Sistema	439.09	
Sub Total		1127.91	
GRAN TOTAL US\$		3328.10	100%



8.2 Ingresos y proyecciones del Modelo

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	8,750	8,750	8,750	8,750	8,750
	Maíz		5	850	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250
	Frijol (Canavalia)	Quintal	2	2000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Hortalizas									
	Tomates	Cajillas	10	900	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
	Pepinos	Unidades	300	5	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
	Cebollas	moños	80	20	1,600	2,400	2,400	2,400	2,400
	Chiltomas	Cajillas	10	750	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500
Musáceas (plátanos)									
		Unidades	600	10	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Tubérculos									
Frutas									
	Piñas	Unidades	40	20	800	800	800	800	800
	Papayas	Unidades	200	35	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
	Maracuyá	docenas	20.0	50	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Guayabas	Unidades	600.0	10			6,000	6,000	6,000
Cítricos									
	Limonos	Unidades	2500	2.5			625	1,875	3,125
	Naranjas	Unidades	2500	3.5			875	2,625	4,375
Sub Total (Componente agrícola)					51,400	52,200	59,700	62,700	65,700
Arbóreo	Postes para cerca	Unidades	50	50			500	1,000	1,500
	Leña	moños	200	10			400	800	1,200
Sub Total (Componente arbóreo)					0	0	900	1,800	2,700
SSP	Ensilaje	Pacas	15	150	2,250	4,500	4,500	4,500	4,500
	Marango	Bolsas QQ	100	50	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	Botón de oro	Bolsas QQ	100	50	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	Sub Total (Componente SSP)					12,250	37,250	37,250	37,250
				-3,328	63,650	89,450	97,850	101,750	105,650
Ingresos US\$			US\$		1,744	2,451	2,681	2,788	2,895

8.3 Indicadores de rentabilidad

VAN (Ingresos)	US\$ 8832.87
VAN (Costos)	US\$ 7341.86
VNA (egresos+Inversión Inicial)	US\$ 4013.76
B/C	1.20
TIR	61%

Los indicadores de rentabilidad generados por el modelo son positivos y sugieren que las inversiones en el modelo Silvoagrícola son financieramente atractivas.

Aquí se presenta una breve interpretación de cada uno de los indicadores:

1. El Valor Actual Neto (VAN):

El VAN de \$8,832.87 indica que el proyecto de implementación de un sistema Silvopastoril generará un flujo positivo de efectivo durante el período de análisis (5 años). En otras palabras, los beneficios esperados de la inversión superan los costos y gastos asociados con la implementación del modelo en ese período de tiempo. Cuanto mayor sea el VAN, más atractiva es la inversión.

2. El Ratio Beneficio/Costo (B/C):

El indicador B/C de 1.20 significa que por cada unidad monetaria invertida en el modelo Silvopastoril, se espera obtener US\$ 0.20 centavos de dólar (unidades monetarias en beneficios). Un B/C superior a 1 indica que la inversión es rentable, ya que los beneficios superan los costos. En este caso, el valor de 1.20 sugiere que se obtendrán ganancias netas.

3. Tasa de Retorno Interna (TIR):

La TIR del 61% es una tasa de rendimiento interna sólida y significativamente superior a las tasas de interés o tasas de oportunidad disponibles en el mercado (12%). Esto significa que la implementación del modelo silvoagrícola bajo los supuestos explicados, proporcionará una tasa de rendimiento que supera los costos de financiación y representa una inversión rentable.















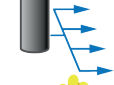



















En resumen, según los indicadores de rentabilidad proporcionados, la inversión en la implementación de un modelo es favorable en términos de costos y rentabilidad. El proyecto es financieramente atractivo, con un VAN positivo, un indicador Beneficio/Costo mayor que 1 y una TIR significativamente alta, lo que sugiere que se pueden esperar ganancias netas sustanciales con esta inversión.



9. Mapa



Simbología

	Asocio/maíz/ canavalia		B.Viva/cítricos		Tomatea		Mandagual		Bodega
	Madero negro		B.Viva/guayaba		Aguacate		Cedro		Tanque Zamorano
	Asocio de papaya y canavalia		Pasto corta/ guinea/ brachiaria brisanta		Morera		Jacaranda		Gallinero
	Semillero/CT115 marango		Musácea		Coco		Cultivo en callejones/ madero negro/ mandagual		Riego por goteo
	B.Forrajero/CT115 marango		Relevo/frijol en maíz		Caña de azúcar		B.Viva/ regeneración natural/chaperno/ guapinol		Botón de oro
	Maracuya		Chiltoma		Cerca Viva/ mandagual/ madero negro		B.Viva/ regeneración natural/chaperno/ guapinol		Yuca
	Acequia/nivel/B.Viva CT 115		Cebolla		Pozo		Guácimo		BV Piña
									Pepino



II. MODELO/SISTEMA AGROFORESTAL MULTIESTRATO AGROSILVOPASTORIL (SASP)

1. Nombre y descripción

El modelo **Sistema Agroforestal Multiestrato Agrosilvopastoril (SASP)** incluye Pasto Mejorado + Granos Básicos (con cobertura vegetal) en Plantación Forestal + Banco Forrajero + Área de Descanso + Alternativas de Alimentación de Verano+ OCSA + Reservoirio).



2. Objetivo del Modelo/Sistema:

La implementación del modelo Agrosilvopastoril tiene como objetivo promover una agricultura y /o ganadería sostenible como estrategia de adaptación al cambio climático (CC) del sector agrícola y pecuario a través de la mejora en el uso del suelo, la diversificación de la producción con la introducción de semillas mejoradas; contribuyendo a la seguridad alimentaria de las familias rurales, la provisión de alimentos suficientes para el ganado bovino y la generación de ingresos con la venta de los excedentes.

La visión de la parcela consiste en contribuir a la seguridad alimentaria mediante la diversificación de la producción agrícola, con variedades mejoradas, que se adapten y resistan a la sequía. De igual forma, producir pastos mejorados de corta para asegurar la alimentación del ganado en tiempos de sequía.



3. Descripción del Modelo/Sistema

Los sistemas Agrosilvopastoriles son una asociación entre diferentes componentes productivos: 1) árboles (forrajeros, maderables y/o frutales), palmas, arbustos (principalmente para forraje); 2) pastos; 3) cultivos agrícolas, como el maíz y el sorgo principalmente.

En este modelo se observa la combinación de árboles con pasto y granos básicos en asocio con Canavalia, apoyando una mayor incorporación del nitrógeno al suelo, así como la mayor disposición de materia orgánica a través de la hojarasca, que entre otras cosas también facilita una mayor retención de la humedad, favorece el nivel de porosidad en el suelo y el ciclaje de nutrientes; que en conjunto son factores que contribuyen a una mejora generalizada del perfil físico-químico y biológico de los suelos, con impactos positivos sobre los rendimientos de los cultivos.

Por otra parte, el modelo/sistema favorece una infiltración de agua más efectiva, y la protección de los suelos evitando la pérdida o lavado de bases, y la destrucción del perfil durante el periodo de las lluvias, incluyendo un efecto positivo del componente arbóreo sobre el gradiente de temperatura y la radiación solar.



De manera que, enumerando los beneficios productivos y ecológicos de la presencia de árboles dentro del sistema, se pueden destacar los siguientes:

- Generar microclimas en potreros y en la finca en general, ya que, a través de sus copas reducen el estrés calórico de los animales, encontrándose documentadas temperaturas entre 2 a 9°C.
- Mejoran la eficiencia reproductiva de los animales, ya que las condiciones climáticas afectan su desempeño, por ejemplo, a mayores temperaturas, bajan los índices productivos y reproductivos (Cowan *et al.*; 1993).
- Contribuyen a la recuperación de la fertilidad del suelo.
- Ayudan a regular el balance hídrico dentro de la parcela, mejorando la infiltración y la conservación de la humedad en el suelo.
- Protegen las fuentes de agua.
- Aportan a la conservación de la biodiversidad de especies de fauna silvestre, disponiendo protección, alimentos y cobijo, generando a su vez micro corredores biológicos.
- Son sumideros de carbono, a través de la captura y fijación de gases de efecto invernadero, tales como dióxido de carbono.



- Aportan a la diversificación de productos e ingresos de la finca.
- Coadyuvan a la recuperación de los equilibrios biodinámicos en la finca o lote.

Con lo anterior, el productor asegura una producción de alimentos de manera sostenible y más amplia, mayor cobertura arbórea para la provisión de frutas, madera y leña, forraje para ganado y otros beneficios ambientales y bio-ecosistémicos como la protección de los suelos, disminución de insectos plagas y patógenos que atacan los cultivos, la infiltración de agua y la reducción de escorrentías, entre otros¹.

4. Componentes del Modelo

4.1 Componente Agrícola:

4.1.1 Granos básicos en asocio con Canavalia

El área para el modelo propuesto es de 0.50 mz; en 0.25 mz se establecerá granos básicos + abonos verdes y en la otra 0.25 mz pasto mombaza, con ambos componentes bajo plantación forestal de árboles de mandagual. En la subparcela de granos básicos + abonos verdes se establecen 8 libras de Maíz



NB-9043, a una distancia de siembra de 0.30 m/plant x 0.80 m / surco, en asocio con 8 lib de canavalia en época de primera (mayo) e incorporación de la misma en el momento de floración; se siembra en el centro de la calle de maíz a 0.80 m entre surco y surco y a una distancia de 0.30 m entre planta y planta.

Siembra de frijol, en relevo en época de postrera en 0.125 mz, se establece 20 libras de frijol Inta Fuerte Sequía, la siembra se realizará al espeque a una distancia de 0.40 m entre cada surco y a 0.20 cm entre planta y planta; en la otra 0.125 mz se siembra el cultivo de sorgo INTA Segovia, en época de postrera, con una densidad de siembra de 17 plantas por metro lineal y 0.50 m entre surco y surco para un total de 4 libras.

¹ Cabe aclarar que la cuantificación económica de los beneficios del modelo no toma en cuenta otras externalidades positivas derivadas de la implementación del modelo o sistema (ie. aportes a la biodiversidad, a los ecosistemas conexos, captura de carbón, entre otras denominadas como valores de uso indirecto en la literatura económica ambiental).



4.2. Componente arbóreo

Los árboles en este modelo se encuentran dispuestos en línea, conformando árboles en hileras a densidad de siembra de 3 m x 3 m como plantación definida. Como parte complementaria a este componente se incluye el establecimiento de botón de oro a densidad de siembra de 1 m x 1m bajo los árboles de mandagual en los callejones que forman éstos.

Principalmente de acuerdo a las condiciones de la zona seca y la preferencia de los productores en este caso particular se ha trabajado con mandagual. En el caso de arbustos, se aborda principalmente el botón de oro.

4.2.1 Plantación forestal con mandagual

Aunque las especies pueden ser utilizadas para la producción forestal o alimentación animal, el uso de las mismas dentro del modelo en primera instancia, busca la incorporación de materia orgánica, durante las podas de estas especies. Lo cual no significa que una vez establecida suficiente cantidad de árboles y arbustos dentro de la finca no puedan ser utilizados razonablemente con otros fines importantes.

Por la forma abierta de sus copas, el nivel de cobertura y la capacidad de respuesta a las podas, estas especies logran representar una importante fuente de materia verde para el suelo, con su correspondiente impacto sobre la conservación de la humedad, el ciclaje de nutrientes y la reactivación biológica en el suelo; y por su disposición dentro de la parcela a través de su sistema radicular contribuyen a la protección del suelo, la retención de sedimentos y una mayor infiltración de agua en el área.

El modelo, para un área de 0.5 mz incluye la siembra de 392 árboles de mandagual, que unido a la producción de Canavalia permiten obtener cerca de 12.25 TM/ anuales de materia verde². Así mismo, la obtención de postes y madera de construcción para delimitar la parcela, caminos y divisiones internas.

La producción estimada de leña y postes producida por los árboles, a partir del año 3 y hasta el año 12 (momento de corta) genera importantes costos evitados al productor.



² <https://idp.cimmyt.org/la-canavalia-mas-que-un-abono-verde/>

4.3 Componente Silvopastoril (SSP) dentro del sistema

4.3.1. Pasto Mombaza + botón de oro

Para completar el sistema Agrosilvopastoril se establece la subparcela de pasto mejorado con Mombaza, entre los surcos de árboles forestales de mandagual, en un área de 0.25 mz. La siembra se realiza al voleo. Adicionalmente se incluyen 5 surcos de botón de oro a densidad de siembra de 1 m x 1 m, establecidos utilizando esquejes de 1 metro.



4.3.2. Banco forrajero con CT-115, gandul y botón de oro

Son una importante fuente de proteínas y forraje para el ganado, además de representar otras oportunidades de ingreso desde la finca, como resultado de la venta de pacas, silo bolsas y material de siembra para el establecimiento de otras áreas de pasto de corte en las unidades productivas de otros productores de la zona.



El banco forrajero propuesto en este modelo incluye el establecimiento de CT-115. Se ubicará fuera del área de pasto Mombaza+cultivos+árboles, en un área de 0.0625 mz que equivale a un promedio de 880 m cuadrados y la siembra se realiza al chorrío; cada vareta al depositarla se ubica con 0.10 m de traslape entre vareta y vareta, a una distancia de 1 m entre surco y surco. Adicionalmente, se incluye al banco, gandul y botón de oro a densidades de siembra de 0.5 m x 0.5 m en un área similar a la del CT-115. Esto lo convierte en un banco Mixto Proteico y Energético

4.3.3 Área de descanso con comederos y bebederos mejorados

Como su nombre indica, son áreas donde el ganado, puede descansar bajo sombra reduciendo el estrés calórico como resultado de la exposición al sol y altas temperaturas, así como reduce el gasto energético por estrés y refrigeración.



La provisión de alimentos en las áreas de descanso, se lleva a efecto mediante pasto de corte, ensilaje de forraje (preparados en bolsas de 70 libras u otros métodos), la entrega de alimentos amonificados y la disposición de bloques multi-nutricionales, que en conjunto conforman un abanico de opciones a través de las cuales se permitirá mejorar la alimentación del ganado en épocas de sequía o de escasez.

Con esta práctica los productores reducen costos de alimentación al no destinar recursos para la compra de forraje/guate, en el mejor de los casos mejora/mantiene la producción de leche y aumenta el rendimiento de peso vivo del ganado. En un menor alcance contribuye a la sobrevivencia del hato (alimento).

Los bebederos mejorados contribuyen a una menor pérdida de volumen de agua por evaporación, y evitan el desperdicio de la misma. Por otro lado, facilitan la labor de poner a disposición el volumen de agua mínimo/necesaria para el consumo y la sobrevivencia animal.



4.3.4 Establecimiento de Semillero con pasto de corte

El componente Silvopastoril se inicia con el establecimiento de un semillero para el banco forrajero. En cuyo caso, la variedad de pasto utilizado corresponde al CT-115 y Mombaza, con la finalidad de garantizar relevo del forraje o incremento de áreas de siembra, así como la venta de semilla de pasto a otros productores.

4.3.5. Alternativas de alimentación de verano

Para mejorar la alimentación bovina se establecen las tecnologías de ensilaje en bolsas de 1 QQ y bloques multinutricionales, esto permite tener más disponibilidad de alimentos o suplementos, en el periodo de escasez, como lo es en el periodo de verano e inicio de invierno, esto reduce costos de alimentación, reduce compra de forraje/guate, mejora la producción de leche y aumenta el rendimiento de peso vivo del ganado.



4.4. Obras de Conservación de Suelos y Agua (OCSA)

El uso de las obras de conservación de suelo y agua depende de las características del terreno, condiciones de suelo y el grado de cobertura vegetal que presenta el lote o parcela y de la visión de conservación del productor. En el modelo se promocionan como OCSA, el revestimiento de un reservorio. La utilización de una o de otra tecnología dependerá entre otras variables de la pendiente en que se encuentre la parcela, de los daños visibles que presente el lote y de la capacidad financiera del productor.

4.4.1. Disponibilidad de reservorio

Aunque no es un aspecto que se pueda definir como parte específica del modelo, sería de gran valía la oportunidad de contar con una fuente alternativa para la provisión temporal de agua, en este sentido un reservorio o pozo



tradicional para suministro de agua o riego temporal a los bancos, aportaría positivamente al sistema.

Reservorio de 5 m de largo x 3 m de ancho por 0.60m a 1.0m de profundidad, podría representar la oportunidad de agua para los animales (5 a 6) durante el verano. Para lograr mayor permanencia del agua, la misma preferiblemente debe ser revestida con plástico negro y colocada en la medida de lo posible en zona sombreada.

5. Beneficios del Modelo/Sistema Agrosilvopastoril

5.1 Beneficios sociales

- Contribuye a diversificar la dieta de las familias fomentando una alimentación balanceada.
- La implementación del modelo representa una excelente oportunidad para facilitar aprendizajes sobre el tema de conservación, preservación y uso sostenible de los recursos a nivel de finca, con potencial de irradiación a las fincas colindantes y al territorio
- En general, el modelo propicia el desarrollo de capacidades de adaptación de las familias a los efectos del cambio y las variaciones climáticas, bajo un enfoque de adaptación y resiliencia.



5.1.1 Beneficios ambientales

- a. Se obtienen una serie de bienes y servicios resultado de su adopción. En particular los valores de uso directo derivan en la obtención de postes y madera de construcción para delimitar la parcela, caminos y divisiones internas.
- b. Brindan sombra al ganado y forraje durante todo el año, ofreciendo mayor resiliencia a las altas temperaturas y las sequías.
- c. Los diferentes arreglos del modelo ayudan a controlar la erosión: de manera que esta mayor presencia de especies vegetales y sus sistemas radiculares, evitan que la corriente arrastre el suelo.
- d. Facilitan un mayor aprovechamiento del agua al aumentar la infiltración en el suelo.
- e. Mejoran la fertilidad de los suelos y previene la proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos.
- f. Las obras de conservación de suelos, además de contemplar la construcción de obras físicas para el manejo del mismo, también ayuda a mejorar la fertilidad del suelo con el propósito de evitar las pérdidas de suelo por erosión y mejorar el rendimiento de los cultivos.
- g. El modelo contribuye a mantener un gradiente de temperatura estable, disminuyendo la radiación solar. Por otro lado, al incorporar las actividades de manejo de rastrojos, hojarascas, etc., contribuye a una mayor retención de agua, la creación de microclimas y en general, a la conservación y restauración del suelo.
- h. Favorece la biodiversidad y la disminución de uso del bosque natural, así como su sustitución al proveer postes y leña para el uso en la finca.



5.2 Beneficios económicos

El uso de tecnologías como variedades mejoradas de maíz y frijol, inoculantes y bio-insumos, sumado a prácticas de incorporación de material vegetal al suelo y el asocio de maíz con Canavalia como estrategia para mejorar la fertilidad, contribuyen a aumentar los rendimientos.

- a. Con respecto al tema productivo, los rendimientos con la adopción del modelo para el maíz, frijol y sorgo se han incrementado significativamente. Para el frijol, los rendimientos obtenidos con la



implementación del sistema, oscilan entre 11-13 qq/mz; comparado con los rendimientos³ obtenidos en el 2020 de 7-9 qq/mz, lo cual representa un cambio significativo de productividad.

b. Estos resultados son congruentes con los obtenidos en un estudio realizado por Somarriba, G (2022) para CRS⁴ citando a E. J. Graterol Matute E. J⁵ *et al*, para prácticas productivas desarrolladas en el Corredor Seco de Nicaragua con tecnologías similares.



c. Por ejemplo, en dos años de producción en este modelo, utilizando lo descrito anteriormente, se logró observar que el maíz presenta un incremento del 19% en el rendimiento con respecto a años anteriores. Por otro lado, en frijol se generó un aumento del 18% con respecto al promedio histórico en la zona.

d. Con el sistema, se mejora la diversificación productiva de las parcelas, a través de la producción de granos básicos, semillas y forrajes que el productor/a puede acceder (y comercializar excedentes) de forma sostenible; evitando su compra y obteniendo ingresos.

e. En el caso particular de los árboles en hileras, se constituyen como una fuente de abastecimiento permanente de leña, postes y estacas en la parcela, representando una importante fuente de ahorros.

f. Mejora la fertilidad de los suelos y previene la proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos, con ello una reducción en la compra de insumos como los plaguicidas.

g. Los diferentes arreglos contribuyen a la fijación del nitrógeno, producen abonos verdes para la mejora del suelo, así mismo forrajes y estacas; generando costos evitados al productor.

6. Resultados del modelo

Con el desarrollo e implementación del modelo, las familias contribuyen a la conservación y al uso sostenible del suelo al favorecer una mayor fertilidad, humedad e infiltración del agua, aumento de micro organismos, mayor concentración de materia orgánica entre otros.

En términos generales el modelo:

3 Entrevista al productor realizada por el equipo consultor el 11 de septiembre de 2023.

4 Somarriba, G. Catholic Relief Services, CRS (2022). Diagnóstico de cadenas de valor agrícolas prioritarias, su oportunidad de mercado y viabilidad de producción en prácticas sostenibles con el suelo. (Sin publicar).

5 E. J. Graterol Matute, E. Pulver, S. Jaramillo Cardona, S. A. Urioste Daza, R. A. Labarta, J. A. Arana Salazar, B. Reyes, M. Obando, C. Moreno, Coordinación Eugenia Saini. 2019. Estrategia de diversificación y aumento de la productividad agropecuaria en el corredor seco de Nicaragua con base en la gestión integral del recurso hídrico.





1. Aporta alimentos para las familias y el ganado, disminuye los costos de inversión en la compra de suplementos e insumos agrícolas.
2. Contribuye a la conservación y uso sostenible del suelo al favorecer un mayor nivel de humedad, mayor infiltración del agua, aumentar la presencia de micro organismos y mayor concentración de materia orgánica.
3. Contribuye a la diversificación productiva de las parcelas, a través de la producción de granos básicos, semillas y forrajes que el productor/a puede acceder (y comercializar excedentes) de forma sostenible; evitando su compra y obteniendo ingresos.

4. Representa la oportunidad para replantear los modelos convencionales de producción y aprovechamiento de los recursos naturales, facilitando la transformación lógica en el diseño de los sistemas de producción hacia un enfoque de diversificación productiva y florística, que permita la recuperación paulatina de los equilibrios bio-dinámicos, la adaptación y resiliencia de los sistemas productivos ante la incertidumbre climática.



7. Interacciones

La combinación y/o complementación de los componentes que conforman los sistemas, permite generar diferentes interacciones.

Entre las principales interacciones positivas se destacan:

- Cultivos de pastos CT-115 y Mombaza, complementados con árboles y cultivos, generan alta densidad de follaje que contribuye a un mayor secuestro de carbono y fijación del nitrógeno.
- Las hileras de árboles generan microclimas en los cuales se disminuye las temperaturas extremas y el exceso de radiación solar.
- Los bancos forrajeros con CT-115, marango y botón de oro, además de proveer alimentos para el ganado, promueven el mantenimiento de la estructura y fertilidad del suelo, facilitan la retención de agua, inhibe el arrastre de materiales y contribuyen con el secuestro de carbono.
- La diversificación productiva, permite tener mayor producción en áreas de suelos que históricamente fueron empobrecidos y marginales. También reduce la diseminación y daño por plagas y enfermedades.
- La disposición de árboles forestales proporciona hábitat para la biodiversidad, constituyéndose en un refugio para aves de migración anual, facilitándoles el paso entre una finca y otra, conformando una base para un corredor biológico en el futuro.



8. Aspectos económicos

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:

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.
- 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:

a. Pasto Mombaza y Banco Forrajero con pasto CT-115, gandul y botón de oro

Los forrajes mantienen su nivel de inversión anual considerando la depreciación de equipos (la bomba mochila, equipos para manejo forestal, área de descanso con comederos y bebederos mejorados) la cual considera una vida útil de 5 años.

b. Manejo de mandagual (podas de ramas y de hermanos o chupones):

La repoblación de árboles de mandagual a partir del segundo año incorpora labores de manejo e insumos para el manejo. La actividad se realizará en los años 3 y 5. Se asume un costo del 30% del material de reposición con respecto a la inversión inicial.

c. Establecimiento de pasto Mombaza:

Recursos para las labores de siembra para los años 2, así como para el manejo todos los años. Los insumos para el manejo del cultivo se mantienen a lo largo de la vida útil del proyecto.

d. Banco Forrajero con pasto CT-115, botón de oro y gandul:

Los recursos para las labores de siembra se harán a partir del año 1. Los recursos para las labores de manejo se mantienen constantes durante los años de inversión.





- El material de siembra se hará considerando que la renovación se hará en los años 3 y 5. Los insumos para el manejo de cultivos se mantienen.
- Las labores de inicio de la construcción se deprecian en línea recta. Al igual que los Materiales y equipo a utilizar en área de descanso. La caseta con techo y los comederos y bebederos se deprecian en línea recta (10 años)
- Ensilajes con bolsas negras de 100 libras: Labores de manejo y materiales se mantiene para todos los años.
- Establecer semillero para el Banco forrajero (pasto Mombaza y CT-115): Se renovará en el año 3 y 5.
- Las labores de manejo se mantienen de forma anual.
- El material de siembra para renovación con el pasto Mombaza y CT-115 se obtendrá de ciclos anteriores.
- Las inversiones para cubrir costos de manejo e insumos se mantienen no así para algunos insumos para el manejo de los cultivos como: alambres, regaderas y grapas que se deprecian a 5 años.
- 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 realizarán cada 3 años sin descuidar que los costos de mantenimiento y las labores de manejo se mantienen constantes anualmente.
- El banco forrajero con CT-115 se siembra años intercalados.



8.1 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%

8.2 Ingresos y proyecciones del Modelo

Modelo/Sistema Silvoagrícola					Ingresos C\$ (Córdobas)				
Rubros	UM	Cantidad	Precios C\$	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Producción agrícola									
Granos básicos/leg.									
Frijol	Quintal	3.5	2,800	9,800	7,000	7,000	7,000	7,000	
Maíz	Quintal	5.5	1,000	5,500	4,000	4,000	4,000	4,000	
Sorgo	Quintal	3	550	1,650	1,375	1,375	1,375	1,375	
Semilla de canavalia	Quintal	1.5	2,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	
Varetas de CT-115	Unidad	10,000	1.0	10,000	11,000	12,100	13,310	14,641	
Sub Total C\$				29,950	26,375	27,475	28,685	30,016	
Otros ingresos									
Leche	Litros	750	25	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	
Cuajadas	Unidades	100	65	6,500	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)				55,200	51,625	52,725	53,935	55,266	
SSP									
Bloques multinutricionales	Unidad	96	100	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	
Ensilaje	Bolsas	70	80	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600	
Semilla de pasto	Quintal	20	300	6,000	3,000	3,000	3,000	3,000	
Sub total (Componente SSP)				21,200	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\$				76,400	69,825	70,925	87,035	90,766	
INGRESOS TOTALES US\$				-2,076	2,093	1,913	1,943	2,487	



8.3 Indicadores de rentabilidad

VAN (Ingresos)	US\$ 5,024.15
VAN (Costos)	4,432.80
B/C	1.13
TIR	51%

Los indicadores de rentabilidad generados por el modelo son positivos y sugieren que la inversión en el modelo Agrosilvopastoril es financieramente atractiva. Aquí se presenta una breve interpretación de cada uno de los indicadores: 1. El Valor Actual Neto (VAN):

1. El Valor Actual Neto (VAN):

El VAN de US\$ 4,432.80 indica que el proyecto de implementación de un sistema Agrosilvopastoril generará un flujo positivo de efectivo durante el período de análisis (5 años). En otras palabras, los beneficios esperados de la inversión superan los costos y gastos asociados con la implementación del modelo en ese período de tiempo. Cuanto mayor sea el VAN, más atractiva es la inversión.



2. El Ratio Beneficio/Costo (B/C):

El ratio B/C de 1.13 significa que por cada unidad monetaria invertida en el modelo Agrosilvopastoril, se espera obtener US\$ 0.36 centavos de dólar (unidades monetarias en beneficios). Un B/C superior a 1 indica que la inversión es rentable, ya que los beneficios superan los costos. En este caso, el valor de 1.36 sugiere que se obtendrán ganancias netas.

3. Tasa de Retorno Interna (TIR):

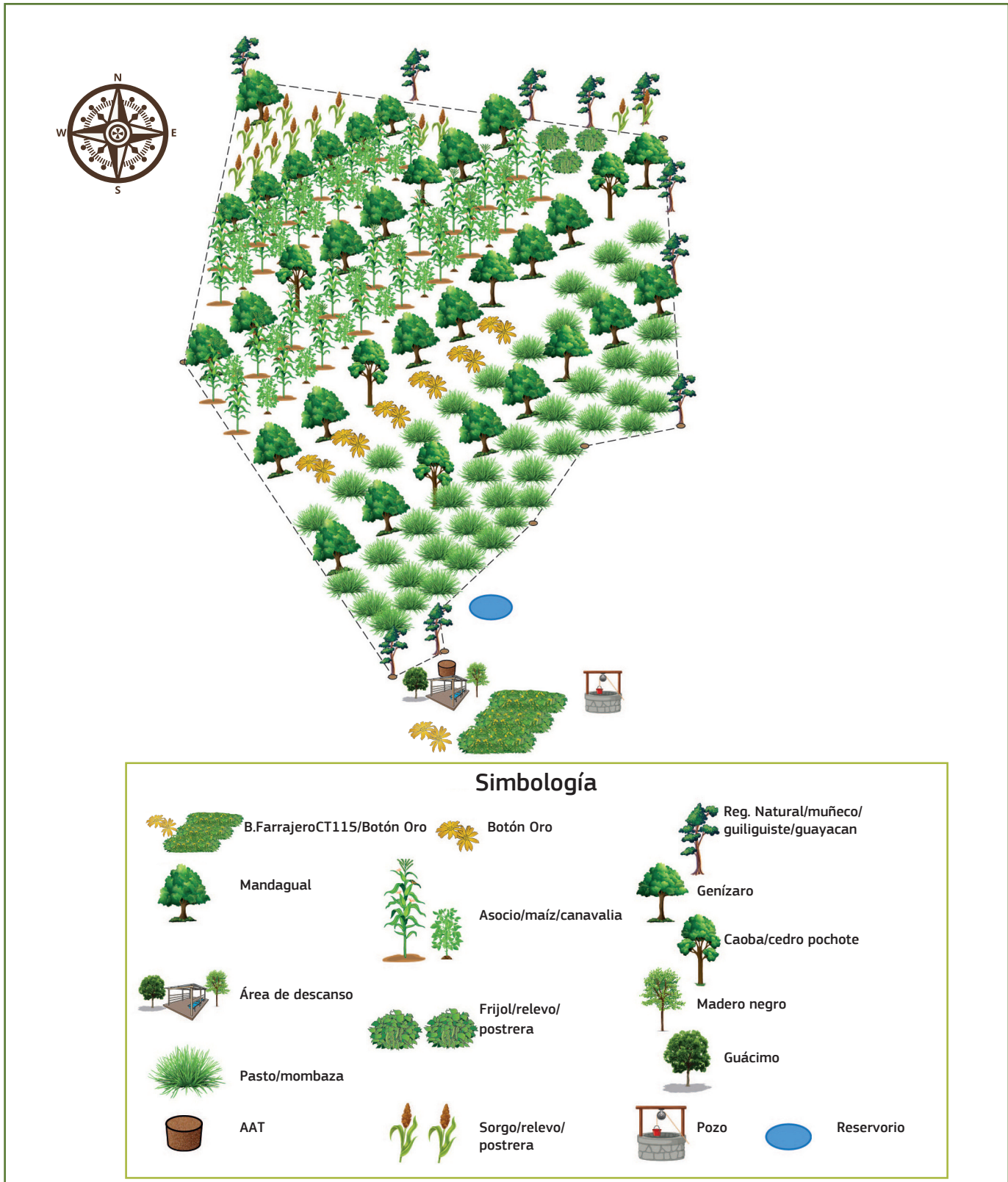


La TIR del 51% es una tasa de rendimiento interna sólida y significativamente superior a las tasas de interés o tasas de oportunidad disponibles en el mercado (12%). Esto significa que la implementación del modelo agro Agrosilvopastoril bajo los supuestos explicados, proporcionará una tasa de rendimiento que supera los costos de financiación y representa una inversión rentable.

En resumen, según los indicadores de rentabilidad proporcionados, la inversión en la implementación de un modelo es favorable en términos de costos y rentabilidad. El proyecto es financieramente atractivo, con un VAN positivo, un ratio Beneficio/Costo mayor que 1 y una TIR significativamente alta, lo que sugiere que se pueden esperar ganancias netas sustanciales con esta inversión.



9. Mapa



III. MODELO/SISTEMA AGROFORESTAL MULTIESTRATO SILVOPASTORIL (SSP)

1. Nombre y descripción

El modelo considera pasto mejorado con árboles dispersos y en Barrera viva + Banco forrajero mixto (energético y proteico) + Cercas vivas + Obras de conservación de suelo y agua + Cosecha de Agua.



2. Objetivo del Modelo/Sistema:

La implementación del modelo Silvopastoril, tiene como objetivo promover una agricultura sostenible como estrategia de adaptación al cambio climático (CC) a través de la mejora en el uso del suelo, la diversificación productiva, mejoras en la seguridad alimentaria de las familias, la provisión de alimentos suficientes para el ganado bovino y la generación de ingresos con la venta de los excedentes.

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, se 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 versátiles y resilientes ante los cambios del clima.

A la vez este tipo de modelo propicia cambios en la lógica del diseño de las actividades productivas, ya que el modelo genera externalidades económicas, sociales y ambientales positivas; aporta a la dieta balanceada del ganado permitiéndole mantener estable su nivel de productividad, ayuda a ahorrar tiempos para las diferentes actividades al productor a la vez que genera frutos de alto valor nutritivo que pueden complementar la dieta de las familias y contribuir a la generación de ingresos por la venta de excedentes.



3. Descripción del Modelo/Sistema



El sistema Silvopastoril es una opción de producción pecuaria donde las leñosas perennes interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral. En este caso, el modelo promueve la adopción de pastos mejorados para facilitar el establecimiento de éstos en zonas con condiciones climáticas muy críticas, principalmente en la época seca; además son materiales con alto valor nutricional, lo que mejora la

dieta de los animales y se incrementa la productividad, en comparación con los sistemas de producción convencionales en los sitios del corredor seco.

Este modelo incluye la implementación de Obras de conservación de suelos y agua (OCSA) y en particular, diques de contención y barreras vivas, las cuales son eficientes para reducir la formación de cárcavas y la erosión de suelo en parcelas con más del 10% de pendiente.

Adicionalmente se incluyen algunas innovaciones y tecnologías, tales como un área de descanso con comederos y bebederos mejorados, y donde se elaboran alternativas de alimentación de verano (silo bolas y bloques Multinutricionales); un banco forrajero mixto de pasto de corte CT-115, botón de oro y nacedero; y una obra de cosecha de agua Tipo Tanque Zamorano, el cual es utilizado para el riego del banco forrajero en la época con pocas o nulas precipitaciones. Como apoyo a este tanque, también se ha construido un micro reservorio rectangular, para captar el agua de escorrentía que se logra mover a lo largo de la parcela.

Aunque este modelo es meramente Silvopastoril, no obstante, se trabaja con algunas opciones de diversificación productiva, como el establecimiento de un huerto casero con hortalizas, barreras vivas de musáceas (plátano cuerno gigante) y algunas especies de frutales establecidas en los diques.



4. Componentes del modelo

4.1. Componente Silvopastoril directo



4.1.1 Pasto Mombaza. El pasto Mombaza se adapta muy bien a las condiciones del Corredor Seco, esta especie presenta un crecimiento erecto y en macollas que pueden llegar a medir hasta 3 metros de altura, y se adapta a suelos con pH de 5,0 – 7,5 y soporta encharcamientos temporales. Además, resiste largos períodos de sequía y temperaturas entre 18 – 27°C, tiene alta tasa de rebrote y gran resistencia a las condiciones adversas.

Sus hojas son anchas, largas y toscas, y su inflorescencia se presenta en forma de panícula abundante. Su semilla es pequeña y viable, y se ha demostrado que tolera la presencia de leñosas perennes mejor que otras gramíneas, lo que facilita su uso en sistemas Silvopastoril.

Su valor nutritivo en base a Proteína cruda cuando tiene 35 días es de 10,5 – 10,9 % en época de verano y 11,5 a 15% en época de invierno. Presenta una Digestibilidad 65.1% y su contenido de energía metabolizable es de 2.16 Mcal. Se puede asociar con las leguminosas como kudzú, clitoria, maní forrajero etc. La importancia de estas mezclas, radica en que se aumenta el valor proteínico de la ración y aporta nitrógeno al suelo.

4.1.2 Semillero con CT-115. Este modelo incluye un semillero con pasto de corte CT-115, con la finalidad de que funcione como soporte al banco forrajero cuando éste se vea afectado por la época seca o por una sobre explotación. El pasto CT-115 es un cultivo perenne, desarrolla macolla y llega a alcanzar dos metros con 20 centímetros de altura. Se reproduce sólo por material vegetativo, es decir tallos o esquejes. Sobresale por acortar los entrenudos a partir de los 90 días de edad. Eso significa que entre más cerca estén los entrenudos, produce más follaje. Este pasto crece en diferentes tipos de suelos; es resistente al fuego y a la sequía debido a su amplio y profundo sistema de raíces; sin embargo, no tolera condiciones de inundación.

Por sus características de alta producción se puede utilizar para corte, pastoreo directo y ensilaje, además como forraje se puede almacenar para la época de sequía, ya que a los 5 – 6 meses de edad presenta un valor nutritivo excelente y está listo para corte.



4.1.3 Banco forrajero con CT-115, botón de oro y nacedero. Un banco forrajero, es un sistema de cultivo en el cual las leñosas perennes o las forrajeras herbáceas crecen en bloque compacto y con alta densidad, con miras a maximizar la producción de fitomasa de alta calidad nutritiva. Si la especie forrajera sembrada tiene más de

15 % de proteína cruda, el banco será proteico; si presenta altos niveles de energía digerible (más de 70 % de digestibilidad) el banco será energético; si las especies establecidas cumplen con los dos requisitos anteriores, el banco será mixto, energético – proteico. En



este caso, el modelo promueve tres especies con alta productividad comprobada, adaptadas plenamente a las condiciones climáticas del corredor seco, y que cumplen con las dos condiciones anteriores, por ello es un banco forrajero mixto.

Es necesario destacar que existen otras especies de forraje que pudieran experimentarse en la zona, sin embargo, las propuestas en el modelo se ajustan a la economía del productor, son versátiles en términos de adaptabilidad, germinación y productividad proteica y energética. Además, poseen propiedades nutritivas que ayudan a mantener la estabilidad y los rendimientos del ganado.

4.1.4 Área de descanso y alternativas de alimentación de verano. El modelo Silvopastoril descrito en esta ficha es muy integral e incluye, además de sus componentes forrajeros y leñosos, algunas innovaciones y tecnologías. El área de descanso es una de ellas, la cual es difundida con la idea de disponer de un espacio seguro y con la inclusión de comederos y bebederos mejorados, para un uso eficiente y responsable de los forrajes, concentrados caseros y el agua. Esta iniciativa se acompaña con la elaboración de silo bolsas y bloques Multinutricionales como alternativas de alimentación para la época de verano, y que se convierten en opciones complementarias a la dieta del ganado presente en la finca.

4.2 Componente arbóreo

4.2.1 Barrera viva con mandagual, madero negro, botón de oro y pasto CT-115. La barrera viva con mandagual, madero negro y pasto de corte CT-115 es una forma de pastura en callejones en terrenos de pendiente, como es el caso de este modelo. Las especies se siembran en contorno, perpendicular a la pendiente, para proteger al suelo contra la erosión: reduciendo velocidad del agua y atrapando partículas. En este sistema Silvopastoril, el follaje de la barrera vida cuando se podan sus leñosas o herbáceas, es usado para alimentación animal; y en el espacio intermedio entre barreras se tiene forraje de corte y de uso directo al pastoreo.



4.2.2 Cercas vivas (CV) con árboles de mandagual. Las cercas vivas consisten en la siembra de leñosas (mandagual) para la delimitación de potreros o propiedades, casi siempre complementada con el uso de alambre de púas y está conformada por una sola hilera de árboles. Esta iniciativa ofrece varios beneficios, entre otros: la producción de alimentos para el ganado, que puede estar disponible en la época seca, sombra al ganado en las horas de mucho sol y refugio cuando hay lluvias fuertes. Además, cuando se combina con frutas y musáceas se pueden obtener productos como, alimentos para los humanos, medicina, leña y postes nuevos para cercas.

4.3 Componente OCSA

En este modelo se utilizan dos tecnologías como parte del componente OCSA sin embargo, es necesario aclarar que aunque éste implementa los diques, acequias de infiltración y barreras vivas, existen otras tecnologías adicionales que bien pueden coexistir con otras si se aplica correctamente.

La utilización de una o de otra tecnología dependerá entre otras variables de la pendiente en que se encuentre la parcela, de los daños visibles que está presente, de la capacidad financiera del productor y de la visión de conservación que este tenga.



A continuación, se describen las promocionadas por AGROINNOVA en el presente modelo.

4.3.1 Diques con prendones de Jocote. Los prendones tienen como finalidad “fijar el suelo” a sus raíces a la vez que contribuyen a la incorporación de los nutrientes y a la fijación del agua. Son excelentes para el ganado ya que sus hojas y frutos también son fuente de alimentos y sombras en períodos de sequía. Los prendones ayudan a evitar el arrastre del suelo. Su finalidad es reducir la velocidad de la escorrentía, detener la tierra y otros sedimentos que son arrastrados por la lluvia. Con el tiempo, en esos diques se forman terrazas fértiles donde se pueden plantar frutales, caña, para amarrar y proteger el suelo.

4.3.2 Barreras vivas. Las barreras vivas son hileras simples, dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso, establecidas en curvas a nivel y a distanciamientos cortos. El objetivo principal de las barreras vivas, es reducir la velocidad de escorrentía superficial y retener el suelo que en ella se transporta.



En este modelo se implementan barreras vivas con leñosas perennes, herbáceas de corte, leguminosas y musáceas, que además de las bondades señaladas contribuyen a la seguridad alimentaria y a la generación de ingresos (por la venta de plátanos, silo bolsas o leña).

5. Interacciones

La combinación y/o complementación de los componentes que conforman este sistema, permite generar diferentes interacciones.



Entre las principales interacciones se destacan:

- La presencia de las especies arbóreas en el sistema fomenta la fijación de nitrógeno, proporcionan materia orgánica y nutrientes al suelo, proveen sombra y alimento al ganado. Con la fijación de sus raíces, en barreras vivas, ayudan a disminuir la erosión del suelo por escorrentía. Por último, los árboles en este sistema, fomentan que la mayoría de pastos, resistentes a la sombra, logren una palatabilidad y digestibilidad elevada, por los bajos contenidos de lignina, volviéndolos más suaves y nutritivos al consumo animal
- El pasto es la principal fuente de alimento al ganado, ya sea el de piso en toda el área de la parcela o el que se encuentra establecido en las barreras vivas. Además, por su cobertura, disminuye la erosión del suelo, ayuda a preservar la humedad y con los aportes de biomasa fomenta la fertilidad.
- El ganado proporciona excretas que ayudan en la fertilidad del suelo, y su ramoneo activa la capacidad de rebrote de la mayoría de herbáceas.



6. Beneficios del Modelo/Sistema Silvopastoril



En general, el modelo propicia el desarrollo de capacidades de adaptación de las familias a los efectos del cambio y las variaciones climáticas, bajo un enfoque de adaptación y resiliencia.

6.2 Beneficios ecológicos/ambientales:

- a. Recuperación de suelos degradados.
- b. Reducción de la erosión de los suelos
- c. Conservación de recursos hídricos.
- d. Protección de cuencas.
- e. Conservación de la biodiversidad.
- f. Conservación de especies nativas *in situ*.
- g. Conectividad para la biodiversidad.
- h. Fijación de carbono.
- i. Brindan sombra y forraje para el ganado.
- j. Facilitan un mayor aprovechamiento del agua al aumentar la infiltración en el suelo.

6.3 Beneficios económicos:

- a. En términos de diversificación de la Oferta de Productos Agropecuarios los sistemas silvopastoriles permiten a las familias productoras diversificar sus actividades agrícolas y ganaderas. Además de la producción de carne y leche, tal como se ha explicado, pueden cultivar frutas, hortalizas y granos en los callejones o áreas intercaladas con árboles y arbustos. Esto amplía la gama de productos agropecuarios disponibles para la venta y el autoconsumo.

6.1 Beneficios sociales:

Contribuye a diversificar la dieta de las familias fomentando una alimentación balanceada.

La implementación del modelo representa una excelente oportunidad para facilitar aprendizajes sobre el tema de conservación, preservación y uso sostenible de los recursos a nivel de finca, con potencial de irradiación a las fincas colindantes y al territorio



- b.** Mejoran la diversificación productiva de las parcelas, a través de la producción de semillas, madera, frutos, postes y forrajes que el productor/a puede acceder (y comercializar excedentes) de forma sostenible; evitando su compra y obteniendo ingresos.
- c.** Mejora la distribución de ingresos/finca/año comparado con sistemas tradicionales de solo pasturas.
- d.** Incrementa la rentabilidad y competitividad de las fincas ganaderas.
- e.** Reduce los riesgos al contrarrestar los cambios en precios de productos pecuarios.
- f.** Promueve empleo en sectores pobres del área rural.
- g.** Existe mayor eficiencia del uso de energía y mano de obra.
- h.** Se incorpora valor agregado cuya potencialidad de mercados falta desarrollar.

7. Resultados del modelo

a. Con respecto al tema de mercados

La adopción del modelo permite la diversificación de productos agropecuarios facilitando que las familias productoras puedan participar en los mercados locales, regionales o nacionales, si logran volúmenes con determinado nivel de calidad. La variedad de productos que se pueden obtener con la adopción, les da flexibilidad para satisfacer la demanda de diversos compradores y para adaptarse a las cambiantes condiciones del mercado¹.

b. Ingresos Complementarios

Los sistemas Silvopastoriles generan ingresos complementarios a través de la venta de productos forestales, como madera, frutas, semillas y otros productos no tradicionales. Estos ingresos adicionales pueden ayudar a mejorar la situación económica de las familias rurales y proporcionar una red de seguridad en caso de fluctuaciones en los precios de los productos principales.



¹ Este proceso requiere de la articulación de diferentes actores en las cadenas productivas, principalmente los vinculados a la formación y desarrollo de capacidades en temas de mercados, asociatividad y empresarialidad. Nota del consultor.



c. Autoconsumo Mejorado



La diversificación de la producción agropecuaria en sistemas Silvopastoriles también tiene un impacto positivo en el autoconsumo. Las familias productoras pueden disfrutar de una mayor variedad de alimentos en sus dietas, incluyendo frutas y otros productos obtenidos de los árboles, además de carne, leche y cultivos agrícolas. Esto mejora la calidad de la dieta y la seguridad alimentaria de las familias rurales.

d. Sostenibilidad a Largo Plazo

La diversificación de la oferta de productos agropecuarios en sistemas Silvopastoriles no solo beneficia a corto plazo, sino que también contribuye a la sostenibilidad a largo plazo. Estos sistemas ayudan a mejorar la salud del suelo, conservar recursos naturales y adaptarse al cambio climático, lo que garantiza la continuidad de las actividades productivas.

e. Escalamiento de prácticas productivas sostenibles que tomen en cuenta las condiciones agroclimáticas del corredor seco en el que se reduzca la presión antrópica sobre los suelos, se favorezca la incorporación de especies nativas, el mejoramiento de la seguridad alimentaria, alimentos para el ganado y la reducción de costos de compra de insumos externos y de forraje para el ganado.

f. Contribuir a la conservación y uso sostenible del suelo al favorecer un mayor nivel de humedad, mayor infiltración del agua, aumentar la presencia de micro organismos y mayor concentración de materia orgánica.



8. Aspectos económicos

Supuestos

Para los cálculos de los niveles de rentabilidad del modelo es importante considerar que en el modelo existen diferentes categorías de gastos e inversiones.

A partir del año 2 al 5 se consideran para el establecimiento de pasto Mombaza, la habilitación del semillero CT-115 y banco forrajero con CT-115, destina recursos para las labores de siembra y manejo, sin embargo, no hay compra de material de siembra porque se asume que el productor, toma semillas del año anterior. La renovación considera cada dos años y se hace de manera rotativa las micro parcelas.

Para Barrera viva con mandagual, madero negro y pasto CT-115 en curvas a nivel contempla recursos solo para la renovación de CT-115 la cual se realiza cada dos años, manteniéndose labores de manejo e insumos para el manejo del cultivo.



Con respecto a los diques construidos con prendones de jocote y las acequias, la proyección considera recursos para las labores de manejo en los períodos del año 2 al año 5.

Todos los equipos y medios de producción como bombas, palas, palines, etc; así como el tanque zamorano y áreas de descanso para animales se deprecian en línea recta a lo largo de 5 años, período de vida útil del proyecto.

Cabe destacar que las inversiones realizadas en el modelo se consideran altamente rentables y recuperan sus inversiones a partir del segundo

año de operaciones, como se verá más adelante.

Para el cálculo de los diferentes indicadores de rentabilidad se asumen los supuestos siguientes:

- Área de la parcela fija: 2,459.1 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%



- Volúmenes de producción comercializados en los mercados locales, comunidades y parcela con precios fijos.
- Implementación de las actividades de acuerdo a lo definido en el modelo.

8.1. Costos del Modelo

		Costos anuales en US\$					
Componentes	Categoría de Costos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Componente SSP	Repoblación con pasto mombaza	346.29	175.56	230.35	175.56	230.35	175.56
	Semillero CT 115	103.45	89.48	89.48	89.48	89.48	89.48
	Banco forrajero con CT115	1,117.26	402.19	804.25	200.68	313.01	200.68
Componente arbóreo	Barrera viva con mandagual, madero negro, y pasto CT 115 en curvas a nivel	216.30	166.99	166.99	166.99	166.99	166.99
	Cerca viva con mandagual	118.56	43.56	80.55	43.56	80.55	43.56
	Diques con prendones de jocote	119.86	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55
O.C.S.A	Acequia de Infiltración	109.59	82.88	105.48	82.88	105.48	82.88
	Tanque Zamorano	742.33	148.47	148.47	148.47	148.47	148.47
Complemento del sistema	Establecer área de descanso con comederos y bebederos mejorados	662.33	266.16	266.16	266.16	266.16	266.16
	Total en US\$	3,535.98	1,395.83	1,912.27	1,194.33	1,421.04	1,194.33



8.2 Ingresos y proyecciones del Modelo

Modelo/Sistema Silvoagrícola					Ingresos				
	Rubros	UM	Cantidad	Precios C\$	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Componente agrícola	Hortalizas								
	Cebolla	Moños	50	20	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Chiltomas	Docenas	20	60	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
	Tomate	Cajillas	2	850	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700
	Sub Total C\$				3,900	3,900	3,900	3,900	3,900
	Musáceas								
	Plátanos	Unidades	300	10	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
	Otros ingresos								
	Leche	Litros	1417.5	25	35,438	35,438	35,438	35,438	35,438
	Cuajadas	Unidades	400	65	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000
	Huevos	Cajillas	80	170	13,600	13,600	13,600	13,600	13,600
	Sub Total C\$				75,038	75,038	75,038	75,038	75,038
	Sub Total (Componente agrícola)				81,938	81,938	81,938	81,938	81,938
SSP	Bloques multinutricionales	Unidad	36	150	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
	Ensilaje	Bolsas	50	150	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500
Sub total (Componente SSP)				12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	
INGRESOS TOTALES C\$				94,838	101,600	101,600	101,600	101,600	
INGRESOS TOTALES US\$				2,598	2,784	2,784	2,784	2,784	

8.3 Indicadores de rentabilidad

VAN (Ingresos)	US\$ 6,332.72
VAN (Costos)	US\$ 4,649.08
VNA (egresos + Inversión Inicial)	1,113.10
B/C	1.36

Los indicadores de rentabilidad generados por el modelo son positivos y sugieren que la inversión en el modelo Silvopastoril es financieramente atractiva. Aquí se presenta una breve interpretación de cada uno de los indicadores:

1. El Valor Actual Neto (VAN):

El VAN de \$6,332.72 indica que el proyecto de implementación de un sistema Silvopastoril generará un flujo positivo de efectivo durante el período de análisis (5 años). En otras palabras, los beneficios esperados de la inversión superan los costos y gastos asociados con la implementación del modelo en ese período de tiempo. Cuanto mayor sea el VAN, más atractiva es la inversión.

2. El Ratio Beneficio/Costo (B/C):

El ratio B/C de 1.36 significa que por cada unidad monetaria invertida en el modelo silvopastoril, se espera obtener US\$ 0.36 centavos de dólar (unidades monetarias en beneficios). Un B/C superior a 1 indica que la inversión es rentable, ya que los beneficios superan los costos. En este caso, el valor de 1.36 sugiere que se obtendrán ganancias netas.

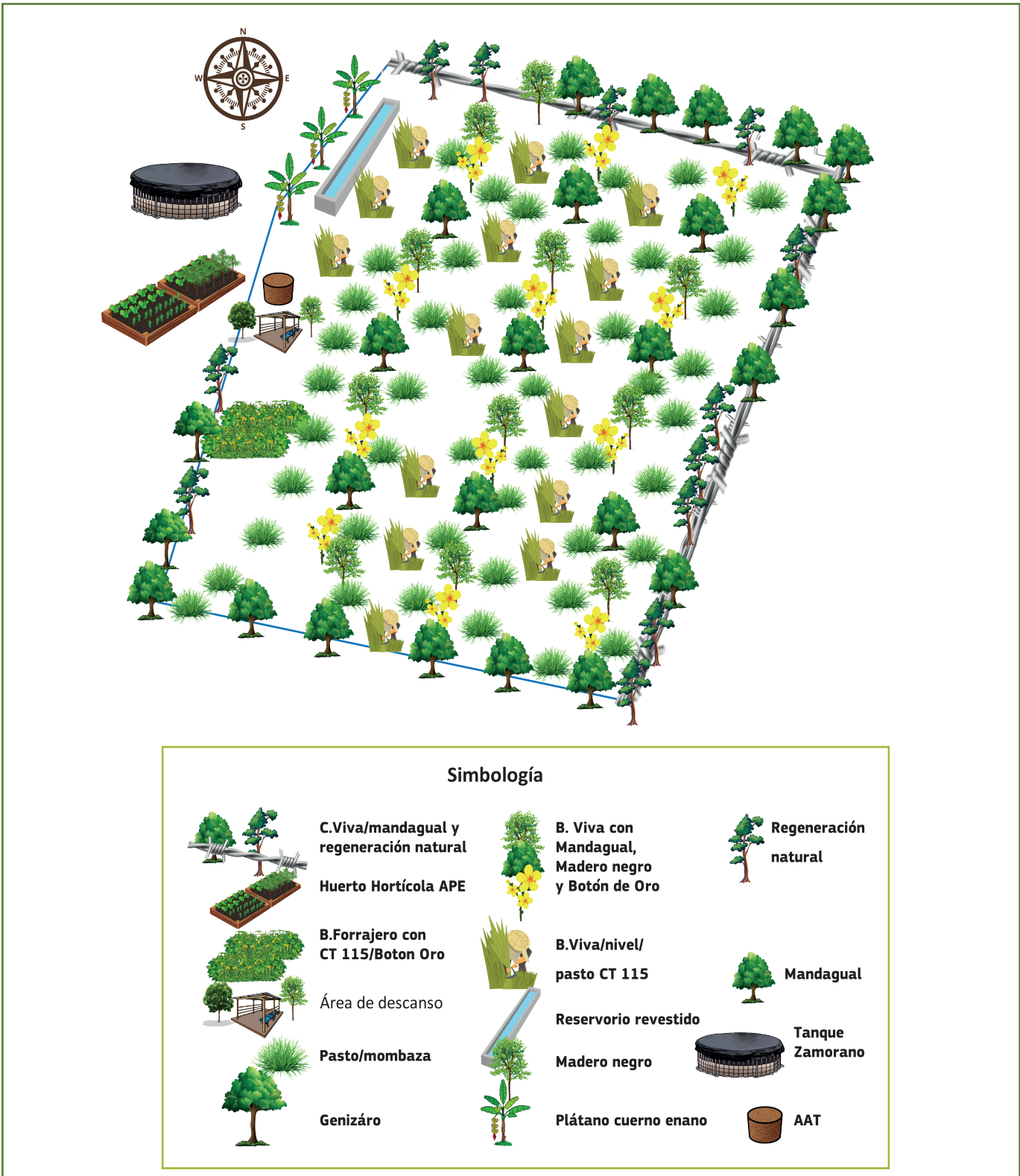
3. Tasa de Retorno Interna (TIR):

La TIR del 43% es una tasa de rendimiento interna sólida y significativamente superior a las tasas de interés o tasas de oportunidad disponibles en el mercado (12%). Esto significa que el proyecto de implementación del modelo Silvopastoril proporcionará una tasa de rendimiento que supera ampliamente los costos de financiación y representa una inversión altamente rentable.

En resumen, según los indicadores de rentabilidad proporcionados, la inversión en la implementación de un modelo Silvopastoril es favorable en términos de costos y rentabilidad. El proyecto es financieramente atractivo, con un VAN positivo, un ratio Beneficio/Costo mayor que 1 y una TIR significativamente alta, lo que sugiere que se pueden esperar ganancias netas sustanciales con esta inversión.



9. Mapa



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, genera productos que permiten la obtención de ingresos al comercializar los excedentes.

La adopción de las innovaciones del modelo se traduce en una reducción de la deforestación, disminuye las prácticas tradicionales de roza, tumba y quema que han contribuido al avance de la frontera agrícola, la disminución de la disponibilidad del agua y al deterioro de los suelos.

En términos ambientales la conjugación del componente arbóreo con obras de conservación de suelo y agua, sistema de micro riego y la habilitación de micro túnel, contribuyen al uso racional del recurso agua. En general, el modelo propiciará el desarrollo de capacidades de adaptación de las familias a las variaciones del cambio climático, bajo un enfoque de adaptación y resiliencia.

3. Descripción del Modelo/Sistema

El sistema *Silvoagrícola Huerto casero* Es la combinación íntima de varios árboles y cultivos, a veces en asociación con animales domésticos, alrededor de las casas (Nair In Kumar y Nair (eds) 2006). En el modelo se realiza la combinación de árboles frutales en hileras, barreras vivas con pasto CT-115 y vetiver, cercas vivas con preñones de madero negro y jícara



y hortalizas producidas en micro túnel con un sistema de micro riego. Los diferentes cultivos, incluido el componente frutal (mangos y cítricos), aportan a la diversificación de la dieta de las familias productoras y los excedentes generan ingresos complementarios.

El sistema incluye **barreras vivas** que evitan la continua erosión y, por ende, el deterioro de los suelos, conservan la humedad y aumentan los procesos de infiltración del agua. Por otro lado, se utilizan **pastos de corte** en las barreras vivas, que favorecen una dieta balanceada y una mejor alimentación para el ganado menor.

Las prácticas: **acequias a nivel y barreras vivas de pasto de corta con CT-115**, son funcionales en suelos de ladera degradados ya que favorecen la conservación y el aumento de la fertilidad de los suelos, evitan la erosión; incrementan la retención de humedad, la fijación de nutrientes y la infiltración del agua de manera más eficiente.



4. Componentes del Modelo

4.1 Componente Agrícola

4.1.1 Yuca en asocio con abonos verdes y hortalizas establecidas en micro túnel. El componente se caracteriza por la producción de hortalizas de ciclo corto (cebolla, tomate, chiltoma, pepino, repollo) así como la siembra de yuca en asocio con frijol Mungo, este último se incorpora al suelo cuando está en floración con el objetivo de obtener una mayor fijación de nitrógeno.



La producción de hortalizas se da en un micro túnel de dimensiones de 3m x 10m con tela anti vírica y estructura en tubo pvc de 1". Como cultivos hortícolas clave se promocionan cebollas, tomates, chiltomas, pepino y repollo; las cuales se harán con siembra cercana a tres bolillos para optimizar las camas de siembra.

Para facilitar la disponibilidad de agua en el micro túnel, el modelo incluye micro riego por goteo por gravedad con un sistema de baja presión (1 barril de distribución de 200L, manguera de alimentación, conectores y cintas de goteo), con el cual se irrigarán 20 m² de bancales del huerto casero.

4.1.2 Barreras vivas con CT-115 y Vetiver. Las barreras vivas son divisiones lineales en las que se combinan arbustos y árboles leñosos forestales y frutales, que se utilizan tanto para delimitar áreas de la finca, así como para evitar la entrada de plagas insectiles a los cultivos anuales. Adicionalmente proveen frutos que pueden ser consumidos por la familia o bien comercializados en los mercados locales ya que tienen una amplia demanda.

Otras de las funciones de las barreras vivas son:

- Protegen el suelo durante los periodos de descanso.
- Movilizan y reciclan los nutrientes.
- Mejorar la estructura del suelo y rompen las capas compactadas.
- Pueden ser usados para el control de malezas.



4.2. Componente arbóreo



El empleo de variedades frutales como mangos y cítricos (limón Tahití, naranja agria y naranja dulce) aportan a la nutrición de las familias y complementan los ingresos por medio de la comercialización de los excedentes.

4.2.1 Cerca viva con prendones de madero negro y jícaro. Las cercas vivas promovidas son divisiones lineales en los que se combinan arbustos y árboles que se utilizan como sombra, alimentos y también para la provisión de postes y leña, cuando se realizan labores de poda.

Los prendones vivos se utilizan en la división de potreros, áreas de cultivos o en los linderos de la finca. Adicionalmente proveen alimentos que pueden ser consumidos por el ganado (madero negro) y en algunos casos por las familias, por ejemplo, la semilla de jícaro que es altamente valorada por su contenido proteico y nutricional y tienen un alto valor en el mercado.

Las cercas vivas también aportan a la fertilidad del suelo por la caída de hojarasca que se convierten en materia orgánica. Estas especies y en particular las leguminosas, contribuyen a la recuperación natural de los suelos degradados, en términos de captura de carbono y fijación de nitrógeno atmosférico.

4.3. Obras de conservación de suelos y agua (OCSA)

El uso de las obras de conservación de suelo y agua depende de las características del terreno, condiciones de suelo y el grado de cobertura vegetal que presenta el lote o parcela y de la visión de conservación del productor. En el modelo se promocionan como OCSA, las acequias a nivel y las barreras vivas, pero bien pueden coexistir otras en el modelo. La utilización de una o de otra tecnología dependerá entre otras variables de la pendiente en que se encuentre la parcela, de los daños visibles que presente el lote y de la capacidad financiera del productor.



Otras obras potenciales pueden ser:

- Terrazas con curvas a nivel para retención de suelo y habilitación de áreas de siembra
- Barreras vivas para reducir erosión, propiciar infiltración de agua y protección contra el arribo de plagas insectiles.
- Acequias/zanjas a nivel para captar e infiltrar agua.
- Zanjas de deriva para drenar el exceso de agua de lluvia.
- Barreras muertas de piedra para controlar la erosión.
- Diques de piedra y postes para eliminar cárcavas.

4.3.1 Acequias a nivel. Son canales que se construyen a nivel, en dirección transversal a la pendiente, para retener, conservar y ayudar a infiltrar el agua de lluvia que cae sobre las laderas. Por esta razón se recomiendan para zonas con baja precipitación lluviosa: trópico seco y subtrópico seco.

Cada zanja requiere la siembra de barreras vivas en el borde superior de su estructura, para que el agua de escorrentía, el suelo erosionado y otros sedimentos arrastrados por la lluvia no la destruyan. Cuando sea necesario, al final de cada acequia se puede abrir pozos para infiltración de los excedentes de agua.

5. Beneficios del Modelo/Sistema Silvoagrícola

5.1 Beneficios sociales

- Contribuye a diversificar la dieta de las familias fomentando una alimentación balanceada.
- La implementación del modelo representa una excelente oportunidad para facilitar aprendizajes sobre el tema de conservación, preservación y uso sostenible de los recursos a nivel de finca, con potencial de irradiación a las fincas colindantes y al territorio.
- En general, el modelo propicia el desarrollo de capacidades de adaptación de las familias a los efectos del cambio y las variaciones climáticas, bajo un enfoque de adaptación y resiliencia.



5.2 Beneficios ambientales

- El modelo contribuye a mantener un gradiente de temperatura estable, disminuyendo la radiación solar. Por otro lado, al incorporar las actividades de manejo de rastrojos, hojarascas, etc., contribuye a una mayor retención de agua, la creación de microclimas y en general, a la conservación y restauración del suelo.
- Los diferentes arreglos, tal como se ha afirmado ayudan a controlar la erosión: evitando que la corriente arrastre el suelo por la acción del sistema radicular de los árboles presentes en el modelo.
- Facilita un mayor aprovechamiento del agua al aumentar la infiltración en el suelo.
- Mejora la fertilidad de los suelos y previene la proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos.
- Favorece la biodiversidad y la disminución de uso del bosque natural, así como su sustitución al proveer postes y leña para el uso en la finca.

5.3 Beneficios económicos

- La implementación de la estrategia de diversificación productiva de las parcelas, a través de la producción de hortalizas, raíces (yuca), forrajes y frutas favorece la comercialización de excedentes y por ende la generación de ingresos.
- En el caso particular de las cercas vivas con árboles frutales y maderables representan una fuente de abastecimiento de frutos, postes, leña, lo que contribuye a una reducción en la adquisición de insumos externos.
- Los diferentes arreglos contribuyen a la fijación del nitrógeno, mejorando el suelo y además producen abonos verdes, diferentes cultivos y forrajes para el ganado, generando ahorros y evitando costos al productor.
- Las obras de conservación de suelos, además de contemplar la construcción de obras físicas para el manejo del mismo, también ayuda a mejorar la fertilidad del suelo mediante la incorporación de material vegetativo que resulta de la poda, evita pérdidas del suelo por erosión y mejora el rendimiento de los cultivos.



6. Resultados del modelo

La implementación de la estrategia de diversificación productiva centrada en la producción de hortalizas, raíces (como la yuca), forrajes y frutas en una pequeña parcela en el norte del Corredor Seco de Nicaragua al replicarse en territorios con similares características, podría generar una serie de beneficios significativos en términos sociales, seguridad alimentaria y comercialización de excedentes. Estos beneficios podrían incluir:



1. Mejora de la seguridad alimentaria: La diversificación de cultivos proporciona una gama más amplia de alimentos, lo que puede contribuir a una mejor seguridad alimentaria para las familias locales. La disponibilidad de hortalizas, frutas y raíces puede diversificar la dieta y proporcionar nutrientes esenciales.
2. Generación de empleo: La producción diversificada en la parcela bajo este modelo, podría requerir mano de obra adicional, lo que podría generar empleo para la comunidad local, ayudando a reducir la desocupación y mejorar el bienestar económico.
3. Aumento de los ingresos: La variedad de productos podría aumentar los ingresos de los agricultores, ya que les permitiría vender diferentes productos a lo largo del año. Además, los excedentes de producción pueden destinarse a la venta en los mercados locales.

4. Mejora de la resiliencia climática: La diversificación de cultivos reduce la dependencia de un solo cultivo y, por lo tanto, hace que los agricultores sean menos vulnerables a las fluctuaciones climáticas y las plagas que afectan a un solo tipo de cultivo.
5. Promoción de la sostenibilidad: La producción de forrajes podría apoyar la cría de ganado, lo que a su vez podría diversificar las fuentes de alimentos y generar ingresos adicionales.
6. Reducción de la presión sobre los recursos naturales: La diversificación puede ayudar a reducir la presión sobre la tierra y los recursos hídricos, ya que diferentes cultivos tienen diferentes requisitos, lo que puede contribuir a la sostenibilidad de la agricultura en la región.
7. Fomento de la agricultura orgánica o agroecológica: La producción diversificada podría favorecer prácticas agrícolas sostenibles y orgánicas, lo que podría tener beneficios ambientales y de salud.
8. Fortalecimiento de la comunidad local: La producción diversificada puede promover la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los agricultores locales, lo que fortalece la cohesión comunitaria.



En resumen, la estrategia de diversificación productiva en una pequeña parcela en el norte del Corredor Seco de Nicaragua puede contribuir significativamente a mejorar la calidad de vida de los agricultores, promover la seguridad alimentaria y permitir la comercialización de excedentes, al tiempo que fortalece la resiliencia de la comunidad frente a los desafíos climáticos y económicos.

7. Interacciones

Entre las principales interacciones positivas, se destacan:

- El establecimiento del huerto casero de yuca en asocio con abono verde y hortalizas en micro túnel, proporciona disponibilidad de alimentos para las familias, quienes además pueden generar ingresos con sus excedentes productivos.
- Las barreras vivas con CT-115 y vetiver establecidas en curvas a nivel, protegen el suelo, movilizan y fijan nutrientes, facilitan el control de malezas y mejoran la retención de humedad, promueven la infiltración ya que reducen la velocidad de escorrentía, detienen la tierra y facilitan el manejo de sedimentos.
- La combinación de los componentes/arreglos del modelo con bancos forrajeros contribuye a asegurar una producción de alimentos de manera sostenible, mayor cobertura arbórea, forraje para ganado, protección de los suelos, disminución de plagas y enfermedades que atacan los cultivos, infiltración de agua, reducción de escorrentías y formación de cárcavas, entre otros.
- La combinación de barreras vivas con mandagual, permiten una mayor protección contra la erosión por viento y agua (menos impacto erosivo de las gotas de lluvia y escorrentía superficial). De esta manera previenen el impacto sobre los cultivos.
- Tanto las barreras vivas con mandagual como los callejones con madero negro, a través del aporte de hojarasca y producto de las podas, aportan material vegetal (incorporación de biomasa) para la fijación de nitrógeno en el suelo.



8. Aspectos económicos

Cálculo de Ingresos y costos del Modelo

Supuestos Productivos

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

- Área de la parcela fija (4,586.08 m²).
- En el huerto casero, los equipos y medios de producción se deprecian a 5 años (Ejemplo: palines, bombas, micro túnel, sistemas de riego y chiqueros y gallineros).
- La Barrera viva con CT-115 y Vetiver para los años 2 al 5 no incluye compra de material para siembra ya que se asume que el productor la toma de cosechas de ciclos anteriores.
- La inversión en cítricos y Mango (usando abonos orgánicos) en asocio de abonos verdes (frijol mungo), a partir del año 2 no incluye inversiones para Material para siembra. Los Insumos para manejo de cultivo si se incluyen y se deprecia a 5 años equipos menores.
- La inversión en Cerca viva con prendones de madero negro y jícara para los años 2-5 no incorpora recursos para Material para siembra. Por otra parte, los insumos para manejo de cultivo, se deprecian a 5 años.
- Construcción de Acequia: Para los años 2-5 se asignan recursos para el manejo y mantenimiento.



Supuestos de Mercado

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%.

- Los frutales producen a partir del año 3 el 50% de su capacidad, estabilizándose la producción en los años siguientes. (4, produce el 60% y año 5 producen el 100%).
- Volúmenes de producción comercializados en los mercados locales, comunidades y parcela con precios fijos.
- Implementación de actividades de acuerdo a lo definido en el modelo.



8.1 Costos del modelo

Costos de producción		
Actividad	Inversión año 1	%
Incorporar huerto casero con Yuca (en asocio con abonos verdes) y hortalizas en asocio bajo micro túnel	\$331.20	20%
Construcción de Micro túnel	\$271.37	16%
Barrera viva con CT-115 y Vetiver	\$107.43	6%
Incorporación de cítricos y mango (usando abonos orgánicos) en asocio de abonos verdes (frijol mungo)	\$232.39	14%
Cerca viva con prendones de madero negro y jícara	\$136.84	8%
Fortalecer sistema de riego por goteo	\$97.11	6%
Construcción de Acequia	\$21.20	1%
Reconstrucción de chiquero y gallinero	\$477.93	29%
TOTAL	\$1,675.48	

8.2 Ingresos y proyecciones del Modelo

Modelo/Sistema Silvoagrícola Huerto Casero					Ingresos				
	Rubros	UM	Cantidad	Precios C\$	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Agrícola	Hortalizas								
	Tomates	Cajillas	10	850	8,500.00	9,350.00	10,285.00	11,313.50	12,444.85
	Cebollas	moños	50	20	1,000.00	1,100.00	1,210.00	1,331.00	1,464.10
	Chiltomas	Docena	20	50	1,000.00	1,100.00	1,210.00	1,331.00	1,464.10
	Sub Total C\$				10,500.00	11,550.00	12,705.00	13,975.50	15,373.05
	Frutas								
	Piñas	Unidades	40	25	1,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00
	Papayas	Unidades	400	35	14,000.00	14,000.00	14,000.00	14,000.00	14,000.00
	Jocotes	Bidones	6	200	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00
	Guayabas	Unidades	500	10	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
	Nancites	Bidones	8	625	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
	Pitahaya	Unidades	90	15	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00
	Sub Total C\$				27,550.00	28,550.00	28,550.00	28,550.00	28,550.00
	Cítricos								
	Limones	Docenas	666.66	20			6,666.67	9,333.33	13,333.33
	Naranjas	Cien	80	120			4,800.00	6,720.00	9,600.00
	Mandarinas	Cien	80	200			8,000.00	11,200.00	16,000.00
	Naranja agria	Cien	15	150			1,125.00	1,575.00	2,250.00
	Sub Total C\$						20,591.67	28,828.33	41,183.33
	Sub Total (Componente agrícola)				27,550.00	28,550.00	49,141.67	57,378.33	69,733.33
Arbóreo	Postes p/cerca	Unidades	50	50			500.00	1,000.00	1,500.00
	Leña	moños	200	10			400.00	800.00	1,200.00
Sub Total (Componente arbóreo)				0.00	0.00	900.00	1,800.00	2,700.00	
INGRESOS TOTALES C\$				55,100.00	57,100.00	78,591.67	87,728.33	100,983.33	
INGRESOS TOTALES US\$				1,509.59	1,564.38	2,153.20	2,403.52	2,766.67	
Inversión inicial/ costos anuales				-1,675.48	1,672.37	643.65	643.65	643.65	



8.3 Indicadores de rentabilidad

VAN (Ingresos)	US\$ 4,539.88
VAN (Costos)	US\$ 3,238.73
VNA (egresos + Inversión Inicial)	6,215.36
B/C	1.40

Los indicadores de rentabilidad generados por el modelo son positivos y sugieren que la inversión en el modelo Silvopastoril es financieramente atractiva. Aquí se presenta una breve interpretación de cada uno de los indicadores:

1. El Valor Actual Neto (VAN):

El VAN de US\$ 4,539.88 indica que el proyecto de implementación de un sistema Silvoagrícola huerto casero genera un flujo positivo de efectivo durante el período de análisis (5 años). En otras palabras, los beneficios esperados de la inversión superan los costos y gastos asociados con la implementación del modelo en ese período de tiempo. Cuanto mayor sea el VAN, más atractiva es la inversión.

2. El Ratio Beneficio/Costo (B/C):

El indicador B/C de 1.40 significa que por cada unidad monetaria invertida en el modelo Silvopastoril, se espera obtener US\$ 0.40 centavos de dólar (unidades monetarias en beneficios). Un B/C superior a 1 indica que la inversión es rentable, ya que los beneficios superan los costos. En este caso, el valor de 1.40 sugiere que se obtendrán ganancias netas.

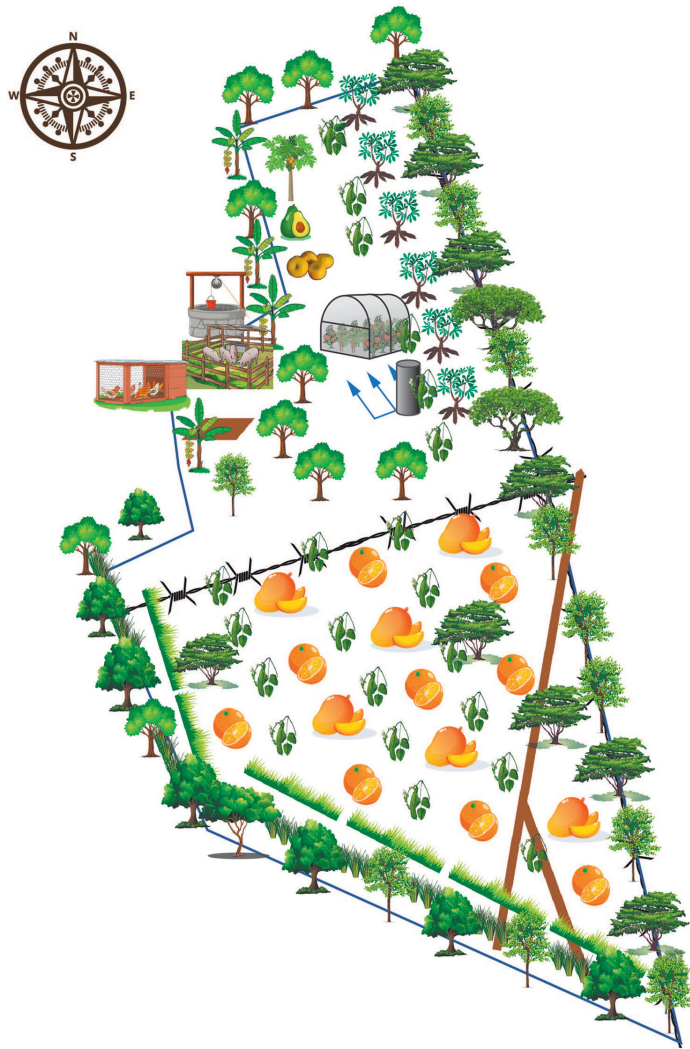
3. Tasa de Retorno Interna (TIR)

La TIR del 56% es una tasa de rendimiento interna sólida y significativamente superior a las tasas de interés o tasas de oportunidad disponibles en el mercado (12%). Esto significa que el proyecto de implementación del modelo Silvopastoril proporcionará una tasa de rendimiento que supera ampliamente los costos de financiación y representa una inversión altamente rentable.






















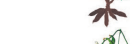





En resumen, según los indicadores de rentabilidad proporcionados, la inversión en la implementación de un modelo Silvopastoril es favorable en términos de costos y rentabilidad. El proyecto es financieramente atractivo, con un VAN positivo, un indicador Beneficio/Costo mayor que 1 y una TIR significativamente alta, lo que sugiere que se pueden esperar ganancias netas sustanciales con esta inversión.

9. Mapa



Simbología

	Abono orgánico		Aguacate		Gallinero		Árbol
	Mandagual		Guayaba		Chiquero		Acequia
	Madero negro		Papaya H.		Pozo		Cerca muerta
	Musáceas		Yuca		Jícaro		Barrera, viva con Vetiver
	Cítricos		Frijol abono		Guanacaste		Micro riego
	Mango		Cerca viva Jícaro y Mandagual		Taiwán		Hortalizas en microtúnel
	Nancite						





UNIÓN EUROPEA



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) - Representación Nicaragua
Proyecto: Sistemas Agroforestales Adaptados para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

Kilómetro 10 Carretera a Masaya. Managua, Nicaragua
Tel : (+505) 2276-2754 / 2276-2755
Apartado postal: 4830



IICA Nicaragua



@iicanicaragua



www.iica.int/nicaragua



@iicanicaragua9719