



Proyecto J-Green

Agencia de Recursos Verdes del Japón

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA

Gobernación del IX Departamento de Paraguari

“Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo basado en la Conservación del Suelo”

Paraguari Paraguay

MANUAL TECNICO

“Conservación y Recuperación de Suelo”



MANUAL TÉCNICO
Estrategia de Intervención
“Desarrollo Rural Participativo, basado en la Conservación del Suelo”

**“Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo, basado en la
Conservación del Suelo”**

Serie “Guías y Manuales”
Conservación y Recuperación de Suelo

Elaboración: Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-Green)

Contribuciones:

Equipo J-Green	Equipo Local
Yasusada Oue (Director)	Justo López Portillo
Nobuyoshi Sakamoto (Vicedirector)	Elvio D. Morínigo A.
Tomio Hanano (Asesor)	Charles Benítez Falcón
	Roberto López Irala
	Oscar R. Benítez Reyes

Edición: 500 ejemplares
Derechos reservados

Fecha: Marzo, 2007. San Lorenzo, Paraguay

Para más Información:

Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-Green)
Ruta Mcal. Estigarribia Km. 10,5. San Lorenzo
Dirección de Educación Agraria / MAG
Tel: (+595 21) 585.691 / 2 Int. 124
Web: www.jgreenparaguay.org.py

Ministerio de Agricultura y Ganadería
Subsecretaría de Agricultura
Pdte. Franco 475, Asunción
Tel: (+595 21) 441.340 / 442.141
Web: www.mag.gov.py

Gobernación de Paraguari
Gral. Morínigo y Asunción
Ciudad de Paraguari
Tel: (+595 531) 32.979 y (+595 531) 32.211

Facultad de Ciencias Agrarias / UNA
Campus Universitario – San Lorenzo
Tel: (+595 21) 585.606 / 09 / 11
Web: www.fca.una.py

Japón

Japan Green Resources Agency (J-Green)
Musa Kawasaki Central Tower 12F, 1310, Omiya-cho
Kawasaki, Kanagawa, 212-0014, JAPAN
Phone: +81-44-543-2525 Fax: +81-44-533- 7692
Web: www.jgreen.go.jp

Proyecto J-Green 2004 / 2006
“Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo, basado en la Conservación del Suelo”

Toda reproducción de partes del presente volumen se hará citando la fuente.

PRESENTACIÓN

La Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-Green) es una institución que depende económicamente de los fondos de la cooperación oficial del gobierno del Japón, específicamente del Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca, y se dedica a realizar estudios agrícolas, socioeconómicos y de los recursos naturales, así como a la recopilación de documentos y sistematización de informaciones relacionadas a los mismos, buscando contribuir de esta forma con el desarrollo agrícola y rural de los países en vías de desarrollo. Dentro de las actividades de J-Green, tienen mucha importancia aquellas relacionadas con los problemas ambientales que ocurren en todos los continentes.

De acuerdo a estudios realizados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), actualmente en todo el mundo existen 2.000 millones de hectáreas de tierras degradadas (17% de superficie con vegetación) por diversas razones (erosión hídrica 56%, erosión eólica 28%, degradación química 12% y degradación física 4%). Además, se pronostica que en 20 años más se perderían 140 millones de tierras fértiles a causa de la degradación del suelo. Si bien las causas de esta degradación varían según el país o la región, el factor principal es la erosión del suelo. La erosión del suelo causa la disminución de las tierras aptas para la agricultura y esta situación se constituye en una amenaza para la agricultura sostenible y la vida estable de los habitantes, provocando además, impactos negativos en la infraestructura social y en la biodiversidad que se encuentran aguas abajo. Por otra parte, la población mundial sigue experimentando un sostenido crecimiento, principalmente en los países en vías de desarrollo. Para responder a esta situación, es necesario preservar y manejar en forma sostenible y adecuada las tierras agrícolas que constituyen la base para la producción de alimentos.

Para afrontar los problemas mencionados J-Green ha venido ejecutando, desde 1995, Estudios Básicos en varios países de América Latina para la prevención de la erosión del suelo en tierras agrícolas, y a partir de mayo de 2004 y hasta diciembre del año 2006, implementará un Estudio relacionado con la conservación del suelo en los distritos de Acahay y San Roque González de Santa Cruz del IX Departamento Paraguari, bajo el lema de ***“Cómo impulsar el desarrollo agrícola y rural sostenible basado en la conservación del suelo en áreas rurales afectadas por la erosión del suelo”***, con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la Facultad de Ciencias Agrarias dependiente de la Universidad Nacional de Asunción (FCA/UNA), la Gobernación de Paraguarí y con los dos municipios mencionados arriba.

El objetivo del Estudio consiste en consolidar medidas técnicas de manejo y conservación de tierras agrícolas y validar localmente una metodología para lograr el desarrollo rural sostenible en áreas modelo, contando para el efecto con la participación activa de los agricultores. Los resultados están siendo compilados y editados en un “Manual de Técnicas de Conservación del Suelo”, en “Guías Metodológicas” y en varias “Cartillas”, orientados a los pequeños productores, esperándose que estas publicaciones sean aprovechadas en proyectos de similares características, tanto a nivel local, regional o a nivel nacional.

SHOZO OHIRA
Presidente Ejecutivo de la J-GREEN
Tokyo, Japón, Diciembre del 2006

Índice de “Manual Técnico de Conservación de Suelo”

CONTENIDO

	<u>PÀGINA</u>
CAPITULO 1. Validación de tecnología para el desarrollo rural sostenible	1
1.1. Introducción	2
1.2. Factores a ser considerados para la validación de tecnología	4
1.2.1. Consideraciones generales	4
1.2.2. Características del tipo de suelo	5
1.2.3. El nivel de tecnología	5
1.2.4. El tamaño de la finca	6
1.2.5. Nivel de la inversión	6
1.2.6. Condiciones climáticas	6
1.3. Experiencias sobre manejo y conservación de suelo	6
1.3.1. Siembra Directa en pequeñas propiedades (MAG/GTZ)	7
1.3.2. Plan de manejo de micro cuencas (Proyecto PARN)	8
CAPITULO 2. Medidas de conservación de suelo con obras físicas	10
2.1. Importancia de las medidas con obras físicas	10
2.2. Medición de la erosión del suelo	11
2.3. Medidas de obras físicas para el control de la erosión	13
2.3.1. Curvas de Nivel	13
2.3.2. Barrera viva	17
2.3.3. Media luna	18
2.3.4. Terrazas	19
2.3.5. Barrera de Piedra	20
2.3.6. Control de Cárcavas	21
2.4. Medidas para el manejo de agua	22
2.4.1. Construcción de canales de drenaje	22
2.4.2. Mejoramiento de la infraestructura rural	23

CAPITULO 3. Prácticas agronómicas para la recuperación de suelo degradado	25
3.1. Situación actual de la degradación de suelo en la zona de estudio	25
3.2. Recuperación de suelo degradado con prácticas agronómicas	27
3.3. Evaluación de abonos verdes de verano	28
3.3.1. Colección de especies de abonos verdes de verano	28
3.3.2. Evaluación de los principales abonos verdes de verano	30
3.3.3. Asociación de maíz con abonos verdes de verano	32
3.3.4. Asociación de mandioca con abonos verdes de verano	35
3.3.5. Asociación de tártago con abonos verdes de verano	37
3.4. Evaluación de abonos verdes de invierno	39
3.4.1. Evaluación de seis variedades de abonos verdes de invierno	39
3.4.2. Consorciación de abonos verdes de invierno.	40
3.5. Fertilización Química y orgánica de Algodón, Maíz y Mandioca	42
3.5.1. Resultado de la fertilización en el cultivo de Algodón	43
3.5.2. Resultado de la fertilización en el cultivo de Maíz	45
3.5.1. Resultado de la fertilización en el cultivo de Mandioca	46
3.6. Rotación de cultivos y la Fertilización	47
3.6.1. Resultado de la fertilización en Algodón en rotación de cultivo	48
3.6.2. Resultado de la fertilización en Maíz en rotación de cultivos	50
3.7. Asociación de cultivos y el Índice de Equivalencia de la Tierra (IET)	52
3.7.1. Asociación de Maíz con Poroto y el Índice de Equivalencia Tierra	53
3.7.2. Asociación de Algodón con Poroto y el Índice de E. de la Tierra	55

CAPITULO 4. Diversificación de la producción: Agrícola, pecuaria y forestal	57
4.1. Diversificación con la producción agrícola	57
4.1.1. Evaluación de variedades de Maní	58
4.1.2. Evaluación de variedades de Sésamo	59
4.1.3. Evaluación de variedades de Soja	61
4.1.4. Evaluación de variedades de Poroto	63
4.2. Diversificación con la producción pecuaria	65
4.2.1. Importancia de animales de granja en la economía familiar	65
4.2.2. Medidas para la producción de animales de granja	65
4.2.3. Evaluación de especies forrajeras	68
4.2.4. Resultados de la evaluación de Pasto Elefante	68
4.2.5. Resultados de la evaluación de Sorgo Forrajero	69
4.2.6. Resultados de la evaluación de Caña de Azúcar	70
4.3. Diversificación con la producción forestal	72
4.3.1. Medidas para establecer sistema agroforestales	72
4.3.2. Instalación de vivero forestal	73
4.3.3. Capacitación de productores en vivero forestal	74
4.3.4. Establecimiento de sistemas agroforestales en la finca	75
CAPITULO 5. Otras medidas de Producción Sustentable	77
5.1. Producción orgánica de hortalizas	77
5.2. Producción de humus de Lombriz	82
5.3. Método de cultivo basado en la Cría de Microorganismos(CMO)	87
5.3.1 Metodología para implementar el método CMO	89
5.3.2. Resultados del método de cultivo basado en CMO	91
Literatura consultada	96

CAPÍTULO 1

Validación de Tecnología para el Desarrollo Rural Sostenible

1.1 Introducción

La Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-Green) ha ejecutando en el Departamento de Paraguari de la Región Oriental del Paraguay, el **“Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativa basado en la Conservación de Suelo”** con el propósito de establecer las medidas de control de la erosión y recuperar la fertilidad del suelo agrícola, considerando a éste como la base que sustenta la producción agropecuaria. El objetivo de este estudio consiste en establecer las técnicas de conservación y de recuperación del suelo extremadamente degradado, así como la metodología para su difusión, con el propósito de lograr el mejoramiento de la administración agrícola de los pequeños productores y a través de estas acciones, hacer realidad el desarrollo agrícola y rural en forma sostenible

La ejecución del Estudio de Validación se divide en dos partes. La primera consiste en establecer las medidas técnicas de prevención de la erosión y de recuperación del suelo, que tengan aceptación por los pequeños productores. La otra parte consiste en establecer la metodología que permita difundir efectivamente esas medidas entre los productores. Para este fin, fueron establecidas las áreas modelo en las localidades de San Roque González de Santa Cruz y Acahay, en el departamento de Paraguari, donde se encuentra en ejecución el proyecto modelo (Proyecto J-Green). En este sentido, se puede afirmar que el presente estudio de validación tiene dos facetas, por un lado, la de ser un “estudio” y por el otro, la de ser un “proyecto”.

La erosión y degradación del suelo en los trópicos se vino agravando en los últimos años, alcanzando niveles críticos que amenaza la viabilidad de la agricultura en la mayor parte de esta región, cuyos efectos negativos se refleja en la disminución de la productividad e ingresos de los pequeños productores. La superficie de tierra destinada a agricultura a nivel de los pequeños productores y que se encuentran sumamente degradados en la zona central del Paraguay (comprendido por cinco departamento), es de aproximadamente 297.000 hectáreas, según el último Censo Agropecuario que se ha realizado en al año 1.991.

Los suelos agrícolas de la zona central del Paraguay, han sido utilizados en forma intensiva por los pequeños productores durante varias décadas, sin la aplicación de medidas y prácticas para la conservación y/o recuperación de las propiedades naturales físicos químicos de las parcelas destinada a la producción agrícola, por esta razón estos suelos se encuentran actualmente con un nivel de degradación

muy elevada, que se refleja por la muy baja productividad de los cultivos agrícolas y prácticamente con los sistemas tradicionales de producción la rentabilidad es nula.

La causa principal de la degradación de suelo a nivel de los pequeños productores es por la falta de medidas para controlar la erosión y por la implementación de prácticas agronómicas inapropiadas, como los sistemas tradicionales de labranzas (aradas y rastreadas continuas), siembra en sentido de la pendiente, la falta de rotación de cultivo, falta de manejo de los restos de cultivos (la quema) y el pastoreo de ganado durante el invierno en las parcelas destinadas para las actividades agrícolas.

Como consecuencia de la carencia de medidas efectivas para controlar la erosión, y por la utilización de prácticas agronómicas incorrectas se tienen suelos muy erosionados y con niveles de fertilidad muy baja. La mayor parte de la estructura del suelo se ha destruido, con elevada compactación que impide el desarrollo de la raíz de los cultivos. En todas las fincas se puede observar el severo agotamiento del contenido de la materia orgánica y de los nutrientes esenciales para las plantas.

Al impacto negativo de la degradación del suelo se puede atribuir los graves problemas socioeconómicos de la población campesina, con niveles de ingresos cada vez más bajo y la dificultad de garantizar la seguridad alimentaria con la producción de rubros de autoconsumo, disminuyendo seriamente los niveles de nutrición y salud que ha empeorado principalmente en las zonas rurales.

Otro impacto negativo de la degradación de suelo, esta relacionado a la migración de los campesinos a la ciudad e inclusive a otros países, especialmente la población con mayor capacidad productiva y los jóvenes, que salen de sus comunidades en busca de mejores oportunidades laborales y de educación, provocando la desintegración de la familia y la dificultad para encarar acciones tendientes de lograr un desarrollo rural sostenible en las comunidades campesinas.

Ante la situación planteada precedentemente y en la búsqueda de encontrar una opción válida para encarar esta problemática campesina, la Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-Green), en junio de 2004 firmó un convenio con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA/UNA) y la Gobernación de Paraguarí, para la implementación del proyecto “Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo Basado en la Conservación de Suelo”, que se desarrolló en los distritos de Acahay y San Roque Gonzáles de Santa Cruz, área de ejecución del proyecto.

El Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo basado en la Conservación de Suelo, como parte de su estrategia de intervención realiza la Validación de Tecnología, verificando todas las experiencias disponibles en el país y la región, las medidas de conservación y recuperación de los suelos degradados, a través de la implementación de una Parcela de Demostrativa Experimental (PDE) y 17 parcelas de Investigación Participativa (IP's) establecidas en las fincas de los productores que participan del proyecto como Lideres Conservacionistas.



Localización de la Parcela Demostrativa Experimental, Ruta 1 km. 91, S. Roque G.

Con la implementación de la Parcela Demostrativa Experimental se tuvo la oportunidad de realizar la validación o verificación de numerosas tecnologías apropiadas y aplicables a nivel de los pequeños productores. Los resultados más relevantes que se han logrado a través de la validación, difusión y adopción de las medidas y prácticas agronómicas, se pueden resumir en las siguientes áreas:

- ▶ **Medidas físicas para el control de la erosión:** La construcción de curvas de nivel y barrera viva, que se establecieron y funcionaron en forma efectiva para el control de la erosión, en las mayorías de las fincas de los productores que participaron del proyecto.
- ▶ **Prácticas agronómicas:** La utilización de los abonos verdes (actualmente los productores con semilla propia) del Kumandá Yvyra-í, Canavalia, Crotalaria y Mucuna Ceniza, y de los abonos verdes de invierno Avena Negra y Lupino. Además de la preparación y uso de estiércol, humus de lombriz y compost orgánicos, fueron las opciones que están al alcance del productor con que puede recuperar la fertilidad de su suelo.
- ▶ **Diversificación de la Producción:** La validación y difusión de variedades mejoradas de Maíz, Maní, Poroto, Soja, Sésamo, Ka'a he'e, Tártago, Caña de Azúcar, producción orgánica de hortalizas, vivero para la producción de especies forestales, además de la producción de especies forrajeras para los animales de granja, fueron las alternativas que se brindó a los productores para lograr una producción diversificada.
- ▶ **Nuevo método de producción sustentable:** Se realizó prueba con polvo y extracto de stevia para mejorar la calidad de Frutilla, Melón y Sandía. Además se realizó la validación de un nuevo método de cultivo basado en la Cría de Microorganismos (CMO) naturales del suelo, que a través de un sistema sencillo y económico se logra mejorar sustancialmente la producción del cultivo.

- **Difusión horizontal:** La adecuada capacitación de los Líderes Conservacionistas, hizo posible que estos productores estén preparados para realizar la difusión a los demás productores de sus comunidades, de todas las tecnologías validadas en la Parcela Demostrativa Experimental y a través de la experiencias recogidas con la implementación de parcelas de Investigación Participativa conducidas en sus propias fincas.

Todas las experiencias y los resultados obtenidos con el Estudio de Validación de Tecnologías del Proyecto J-Green, se trata de compilar por área temática para ser presentado en el presente Manual de Técnico de Conservación de Suelo.

1.2 Factores a ser considerado para la Validación de Tecnología

1.2.1. Consideraciones generales

Para la implementación de acciones tendientes a la conservación y recuperación de los suelos degradados, en finca de los pequeños productores, requiere de la combinación de las medidas físicas y las prácticas agronómicas, por que se debe evitar o minimizar los efectos erosivos de las lluvias, aumentando la capacidad de infiltración y mejorar la fertilidad del suelo.

Las medidas físicas para el control de la erosión del suelo, tienen poco problemas de adecuación a las condiciones de la zona como ser el clima, la topografía, vegetación etc. Sin embargo, la adecuación de las prácticas agronómicas varía mucho según las condiciones como se desarrolla la agricultura en la zona y los aspectos socioeconómicos de los agricultores.

Numerosos fracasos se han presentado con la introducción en forma directa de ciertas prácticas agronómicas que tuvieron mucho éxito en otras zonas, pero que por las características de la nueva zona estas experiencias no presentan resultados favorables.

Esto demuestra que es imprescindible realizar los estudios de validación con los agricultores de la zona donde se desea introducir estas prácticas, para verificar en el lugar la efectividad de las mismas. Para elegir las prácticas agronómicas más adecuadas es necesario considerar los siguientes factores:

- (1) Características del suelo;
- (2) El nivel de tecnología;
- (3) El tamaño de las fincas;
- (4) Nivel de inversión;
- (5) Las condiciones climáticas.

1.2.2. Características del tipo de suelo

- a) Suelos degradados o con muy baja fertilidad: Esta situación es generalizada en la zona del Estudio de Validación del Proyecto J-Green, por lo tanto, esta situación se debe considerar para la introducción de determinadas medidas orientadas a mejorar la estructura del suelo y la recuperación de la fertilidad de la misma a través de la implementación de prácticas adecuadas, que deben ser implementadas en forma gradual y sostenida.
- b) Los suelos con mucha pendiente: Que presentan serios problemas de erosión y con dificultades para las labores culturales, las primeras acciones para contrarrestar esta situación, estarán enfocadas a las medidas físicas, como la construcción de curvas de nivel y las barreras vivas u otras medidas que permita eliminar o por lo menos reducir el arrastre del suelo por las aguas de las lluvias.
- c) Los suelos compactados: La compactación de los suelos, es una situación generalizada en las parcelas con muchos años de usos, debido al sistema de labranza superficial que se ha practicado por muchos años, ocasionando lo que comúnmente se denomina "pie de arado". Estos suelos necesitan de acondicionamiento previo a través de la des-compactación ante de realizar las medidas físicas y prácticas agronómicas. También se puede utilizar especies de abonos verdes con raíces profundas como el Guandú o kumanda Yvyra-í y el Nabo Forrajero, que son excelentes para lograr la des-compactación de los suelos.

1.2.3. El nivel de tecnología

- a) Nivel de tecnología baja: Existen medidas y prácticas muy sencillas, que no requiere de muchos conocimientos de parte de los productores, en algunos casos constituye el rescate de algunas tecnologías desarrolladas por los productores a través del tiempo. Para estos tipos de tecnologías se requiere muy poca capacitación.
- b) Nivel de tecnología medio: Cuando se debe aplicar cierta tecnología no muy avanzada, para la utilización de esta tecnología se debe desarrollar ciertos conocimientos, por lo tanto se necesita realizar la capacitación de los productores, sobre las medidas y prácticas agronómicas, a fin de que pueda ser difundido y adoptado de manera efectiva.
- c) Nivel de tecnología alta: Cuando se requiere la aplicación de tecnologías más sofisticadas o más complejas en la etapa de ejecución, es cuando se trata de alta tecnología. Para la aplicación de tecnología más avanzada, los productores necesitan de una capacitación intensiva. Los pequeños productores con escasa capacidad económica para invertir en su finca, normalmente no están en condiciones de aplicar este tipo de tecnología.

1.2.4. Tamaño de la finca

- a) Finca pequeña: Son los productores que poseen tierras agrícolas menos de 20 has. de superficie, donde principalmente se emplea mano de obra familiar y las labores agrícolas se realizan en base a tracción animal. En la zona de intervención del proyecto, predominan las fincas minifundiarias con superficie que normalmente no superan los 5 hectáreas.
- b) Finca mediano: Tierras agrícolas comprendida entre 20 a 50 has. de superficie, donde se emplea principalmente maquinaria, pero también tracción animal para algunos trabajos.
- c) Finca grande: Comprenden las tierras agrícolas de más de 50 has. de superficie, donde se emplea principalmente maquinarias agrícolas y se utilizan alta tecnología.

1.2.5. Nivel de inversión

- a) Nivel de inversión baja: Cuando la capacidad y posibilidad de realizar inversión en la finca es reducida. Se presenta en los sistemas productivos tradicionales, la mayor parte de las actividades se realizan en forma manual o a tracción animal, el uso de los insumos técnicos e implementos o maquinarias es escaso, la aplicación de la mano de obra familiar es abundante y permanente.
- b) Nivel de inversión media: Cuando se requiere mano de obra familiar y a veces contratada, se realiza la compra de materiales e insumos y generalmente se utiliza maquinaria alquilada.
- c) Nivel de inversión alta: Son las que necesitan una inversión grande, utiliza gran cantidad de materiales, equipos e insumos además se realizan las actividades con maquinarias.

1.2.6. Condiciones Climáticas

Se debe considerar las limitaciones que se presentan debido a las precipitaciones pluviales o la falta de disponibilidad de agua. Zonas semiáridas o húmedas. La intensidad, duración, época de lluvias, constituyen factores importantes, para el diseño de las prácticas agronómicas y las medidas físicas.

Las temperaturas bajas producidas por las heladas en algunas zonas se deben considerar para establecer ciertas especies de cultivos.

1.3. Experiencias en la zona sobre Manejo y Conservación de suelo

Se ha comprobado que con el método de preparación convencional de suelos existen serios problemas de erosión, mineralización excesiva de la materia

orgánica y compactación lo que conduce a la degradación del suelo y a la pérdida continua de la productividad del cultivo. Por eso, se ha impulsado cambiar el método de labranza tradicional por otros más conservacionistas, como la labranza mínima y la siembra directa. A nivel oficial y con el apoyo de organismos de cooperación internacional como la GTZ de Alemania, se han desarrollado prácticas conservacionistas, especialmente la difusión del sistema de siembra directa para pequeños productores, impulsada por el Programa Nacional de Manejo y Conservación de Suelo del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Por otra parte en el marco del Proyecto Administración de los Recursos Naturales Alto Paraná-Itapúa Norte (PARN) la elaboración del Plan de Manejo de Micro cuencas hidrográfica como unidad de planificación y manejo.

1.3.1. Siembra directa en pequeñas propiedades (MAG/GTZ)

El Programa Nacional de Manejo y Conservación de Suelo del MAG que cuenta con el apoyo de la GTZ, recomienda un paquete tecnológico para la siembra directa para ser implementada por los pequeños productores. Los agricultores participan de este programa a través comités y son beneficiados con la asistencia técnica de la DEAg y la provisión gratuita de los insumos para una hectárea, debiendo realizar sus actividades durante cuatro años siguiendo estrictamente los siguientes pasos:

En el 1er. Año debe aplicar 1.000 kg/ha de cal agrícola sobre el resto del cultivo anterior o sobre las malezas existentes en el área, incorporar con arado. Luego sembrar maíz con la aplicación de 200 kg/ha de fertilizante compuesto, a los 30 días después de la germinación del maíz aplicar urea 100 kg/ha. La urea y el fertilizante compuesto deben aplicarse a 15 cm. de cada planta. A 60 días de la germinación del maíz; sembrar kumandá yvyra'y entre las hileras de maíz.

En el 2do. Año manejar el kumandá yvyra'i con machete y pasar el rollo cuchillo, luego aplicar la cal agrícola 500 kg/ha. en la superficie y después de 20 días aplicar un herbicida desecante 4 lts/ha. Sembrar maíz con 200 kg./ha de fertilizante compuesto, a los 30 días de la germinación del maíz, aplicar urea 100 Kg/ha. Después de 90 días de la germinación del maíz, sembrar mucuna ceniza entre las hileras del maíz.

En el 3er. Año, a la mucuna ceniza pasar el rollo cuchillo, después de 8 días aplicar un herbicida desecante a razón de 4 lts/ha. Sembrar el cultivo de renta con fertilizante compuesto 200 kg/ha. a los 30 días de la germinación aplicar urea a razón de 100 kg/ha.

En el 4to. Año se debe aplicar el herbicida desecante 4 lts./ha, sembrar en forma asociada avena negra más lupino blanco, la siembra puede realizarse con

matraca o sembradora. Rolar la avena y lupino, desecar con el herbicida y sembrar el cultivo de renta o consumo.

Los pequeños productores beneficiados por este programa, reciben en forma gratuita los insumos (fertilizantes, cal agrícola, herbicidas y semilla de abonos verdes) para una hectárea durante los 4 años. Además cada comité reciben sin costo todos los equipos e implementos como: sembradora con abonadora, rollo cuchillo, pulverizadores, etc.

Los resultados son muy buenos mientras dure la ayuda, pero por el alto costo de los insumos los agricultores con sus escasos recursos no pueden utilizar este paquete para otra área de su propia finca, tampoco los productores que no son beneficiados por este paquete pueden replicar esta técnica en su chacra, por lo tanto, se presenta una dificultad muy grande para la difusión en forma masiva de este sistema, esta sería la razón de la escasa adopción de la siembra directa a nivel de los pequeños productores de todo el país.

1.3.2. Plan de Manejo de Micro Cuencas (Proyecto PARN)

En el marco del Proyecto Administración de los Recursos Naturales Alto Paraná-Itapúa Norte (PARN) la elaboración del Plan de Manejo de Micro Cuencas fue concebida con el objeto de proceder a un ordenamiento y preservación de los recursos naturales, fundado en el conocimiento de sus aptitudes y restricciones para el uso actual y potencial, en busca de ampliar el esfuerzo que se está efectuando para corregir las degradaciones causadas por el rápido proceso de mecanización y ocupación desordenada del suelo. Este hecho, asociado a una inadecuada división fundiaria, desencadenó una destrucción acelerada del recurso forestal, ocasionando la instalación del proceso erosivo, contaminación, colmatación del agua y la degradación de los recursos naturales y, finalmente, el desequilibrio bioclimático.

El PARN orienta sus acciones para mejorar las condiciones de vida de los pequeños productores y comunidades indígenas, con estrategias enmarcadas en los conceptos del desarrollo sostenible. Principalmente se busca construir y consolidar el capital social e incorporar técnicas de producción agropecuarias conservacionistas a través de la implementación de medidas, prácticas y obras que redunden en el manejo adecuado de los recursos naturales y aumento de los niveles de producción, utilizando la microcuenca hidrográfica como unidad de planificación y manejo. La micro cuenca es el área definida naturalmente por la forma y elevación del terreno alrededor de los cursos de agua.

Los sedimentos provenientes del proceso erosivo son transportados por los raudales hacia los arroyos, ríos y nacientes, llevando consigo sustancias que pueden ser contaminantes. Por otro lado, la pérdida de nutrientes ocasiona el empobrecimiento del suelo remanente y la disminución de la productividad de los cultivos. La recuperación de los suelos requiere el uso de cantidades crecientes

de insumos, aumentando así el costo de la producción. Promedio de 7 años (1.992 hasta 1.998) de pérdida de sedimento por erosión son de: Sistema Convencional (8% de pendiente) 25.768 Kg/Ha, Siembra Directa (8% de pendiente) 436 Kg/Ha, Barbecho (6% de pendiente) 37.087 Kg/Ha.

En una área con topografía irregular, sembrada con cultivos anuales y arada en dirección de la pendiente, con lluvias y con el viento, puede perder, hasta 200 toneladas de suelo por hectárea en un año; se pierde una cantidad promedio de 200 kilos de nitrógeno, 300 kilos de fósforo y 2.000 kilos de potasio (NPK) o sea, mucho de lo que se gasta para fertilizar la misma área; a más de esto se pierde casi 2 toneladas de materia orgánica y muchos kilos de micronutrientes. Considerando los datos de pérdida de suelo bajo siembra convencional en la microcuenca Arroyo Feliciano (distrito Naranjal), con un área de 5.053,66 Ha, mayormente bajo uso agropecuario, anterior a la intervención del PARN, se estima una pérdida de 130,23 Tn/Ha/año de nitrógeno, 195,35 Tn/Ha/año de fósforo y 1.302,33 Tn/Ha/año de potasio, como de materia orgánica.

Luego de la presencia del PARN, realizando conjuntamente con la población un manejo integrado de suelo y agua, la pérdida estimada se redujo a 2,20 Tn/Ha/año de nitrógeno, 3,3 Tn/Ha/año de fósforo y 22,03 Tn/Ha/año de potasio, como de materia orgánica. Antes de las acciones de manejo, los productores debieron gastar el equivalente a 89 US\$/Ha/año en concepto de abonos químicos, que posteriormente se redujeron a 1,5 US\$/Ha/año en términos de reposición de los nutrientes perdidos (nitrógeno, fósforo, potasio).

En este caso podría procederse del siguiente modo:

Pasar rollo cuchillo bien afilado y con peso adicional (agua) sobre la vegetación existente.

Cortar con machete, a ras del suelo, las plantas y ramas que quedan levantadas después del acamado.

Esperar a que ocurra el rebrote y la germinación de las malezas para aplicar herbicidas desecantes (generalmente mezclas de glifosato en dosis altas más otros herbicidas), en ningún momento se debe utilizar el fuego.

Realizar el surcado (labranza mínima) o la siembra directa de la parcela.

CAPÍTULO 2

Medidas de conservación de suelo con obras físicas

2.1. Importancia de las medidas de conservación de suelo con obras físicas

La erosión de suelo es el principal problema y más gravitante que afecta a la producción agropecuaria. El arrastre de la camada superficial del suelo acarrea consigo la pérdida de la parte más fértil del mismo, por que los nutrientes para los cultivos se encuentran en la camada superficial, además en esta parte se origina toda la materia orgánica, producto de la descomposición de los cultivos y los residuos orgánicos.

La erosión del suelo es el principal problema que se tiene en la agricultura, porque además de disminuir la producción al eliminar la mejor camada y fertilidad del suelo, produce un efecto ambiental negativo y muy grave sobre los ecosistemas, ya sea por la colmatación de los cauces de agua o por la eutrofización de éstas como consecuencia del aporte excesivo de nutrientes que se produce con la erosión.

Con el laboreo permanente, se rompe la superficie del terreno para establecer los cultivos agrícolas, con el fin de cubrir las necesidades de alimentación y la generación de recursos económicos. Con la utilización de los equipos de labranza, se somete al suelo a un permanente proceso erosivo, que aumenta progresivamente llegando a niveles críticos. La resistencia que ejerce el suelo a la erosividad del agua está determinada por diversas características, como las propiedades físicas y químicas del suelo, la naturaleza y cantidad de la vegetación que sirve de cobertura al suelo.

La conservación del suelo es probablemente la práctica más necesaria e importante de todas, para evitar el deterioro de los suelos o para la recuperación de los ya degradados. Existen varias maneras de evitar la erosión del suelo, tales como la construcción de curvas de nivel, terrazas, el cultivo en fajas, la rotación de cultivos y el laboreo adecuado. La recuperación de las tierras agrícolas degradadas, requiere de tecnologías que comprenden las medidas basadas en obras físicas y las prácticas agronómicas. En el presente capítulo se describen las medidas de conservación por medio de obras físicas.

Mediante la construcción de obras físicas en la finca, se puede manejar y controlar el flujo del agua de las lluvias y así disminuir la erosión, además se logra mayor infiltración del agua al penetrar en el suelo, así se mejora las condiciones de las tierras agrícolas, se controla el escurrimiento del agua y también se puede mantener mejor los caminos rurales. Por lo tanto, para la conservación de los suelos agrícolas y lograr el desarrollo de una comunidad campesina, es muy importante realizar las

obras físicas, que se complementan con las medidas agronómicas que realiza el productor.

“La función de las medidas por obras físicas consiste principalmente en controlar el agua que se escurre en la superficie, lograr su mayor infiltración y el efecto será mayor si se combinan con las medidas agronómicas como la cobertura del suelo, a fin de evitar el desprendimiento de las partículas del suelo por el impacto de las gotas de agua durante las precipitaciones”.

2.2. Medición de la erosión del suelo

Para comprender mejor la importancia y la gravedad de la erosión del suelo, a continuación se presenta una prueba realizada en la Parcela Demostrativa Experimental del Proyecto J-Green, localizada en Distrito de San Roque González, Paraguarí, determinando la cantidad de suelo erosionado, a través de la implementación de tres parcelas de erosión.

Cada parcela mide 2 m. de ancho por 20,0 m de largo, cubriendo una superficie de 40,0 m², la pendiente del terreno es de 5,0 %. Los tratamientos fueron los siguientes: (1) Testigo (parcela sin cobertura); (2) Parcela con monocultivo de maíz y (3) Parcela de maíz asociado abono verde (cobertura permanente)

Después de cada lluvia se pesó la cantidad de suelo acumulado en los colectores individuales, que se encuentran en la parte más baja de cada parcela de erosión y los resultados constituyen las pérdidas del suelo por unidad de superficie.

La pérdida de suelo en kg ha⁻¹ ocasionado por la erosión hídrica y la cantidad precipitaciones anterior a cada recolección se presenta en el siguiente cuadro:

Recolección de suelo	Fecha de Recolección	Cantidad de Lluvias (mm)	Pérdida de suelo en kg ha ⁻¹		
			Testigo (sin cobertura)	Maíz (solo)	Maíz (Con canavalia)
1 ^{ra}	22/11/05	38,0	1.771	1.609	283
2 ^{da}	13/12/05	81,5	9.055	1.901	1.164
3 ^{ra}	22/12/05	76,5	2.271	289	212
4 ^{ta}	08/02/06	122,3	5.717	1.712	286
5 ^{ta}	07/03/06	100,3	2.804	356	306
Total		418,3	21.620	5.868	2.253

Los resultados de esta prueba demuestra que la parcela testigo (sin cobertura o sea ningún tipo de control de la erosión), ocurrió una pérdida de suelo por erosión hídrica de 21.620 kg ha⁻¹ durante el ciclo del cultivo de maíz (cuatro meses). En el

tratamiento con monocultivo de maíz 5.868 kg ha^{-1} , lo que significa que el solo hecho de sembrar maíz, se reduce significativamente la erosión del suelo, disminuyendo casi 15 t ha^{-1} de suelo que se pierde en la parcela sin cobertura. En el tratamiento donde se estableció la asociación del cultivo del maíz con abono verde presentó el menor índice de erosión, con esta cobertura casi completa alcanzó solamente 2.253 kg ha^{-1} de suelo erosionado, esto es menos de la mitad de la erosión sufrida en el monocultivo y casi 10 veces menos que el tratamiento sin ninguna cobertura.



Parcela para medir la erosión del suelo en la PDE del Proyecto J-Green

A los efectos de comprender mejor la gravedad de la pérdida del suelo durante el desarrollo de la planta, se convirtió los datos de pérdida de suelo en kg de suelo perdido por milímetros de lluvia caída. La forma de conversión no es común, porque hasta 20 m m. de agua caída, existe muy poco arrastre de suelo.

En el siguiente cuadro se puede observar los datos convertidos en kg mm^{-1} en cada recolección de suelo.

Tratamientos	Cantidad de pérdida de suelo por mm^{-1} de lluvia caída					
	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	Promedio
Testigo	46,0	111,1	29,7	46,7	28,0	51,7
Maíz	42,2	23,3	3,8	14,0	3,6	14,0
Maíz + canavalia	7,5	14,3	2,8	2,3	3,1	5,4

En este cuadro se puede observar que en la parcela testigo sin vegetación permanente se mantiene la pérdida de suelo por cada mm de lluvia, en cambio la parcela de maíz en monocultivo y la parcela de maíz con canavalia, a medida que pasa el tiempo el suelo va teniendo mayor cobertura y se presenta menor

pérdida de suelo. La intensidad de lluvia tiene mucha influencia en el arrastre de suelo. La parcela de maíz en monocultivo, registró 4 veces menos la pérdida de suelo que la parcela testigo. Y la asociación de maíz con Canavalia la pérdida de suelo es 10 veces menos que el testigo.

“La intensidad de la lluvia constituye un factor muy importante para las pérdidas del suelo, pero en suelo desnudo la pérdida aumenta considerablemente, por lo tanto cobertura vegetal es fundamental para disminuir la erosión”.

En terrenos con pendientes, muchas veces la erosión hídrica y la escorrentía superficial del agua son aceptadas como fenómenos inevitables, asociado a la agricultura. Sin embargo, la pérdida de suelo y la escorrentía no son fenómenos naturales inevitables, como se puede observar en éste estudio, la cobertura vegetal disminuye en gran medida la pérdida del suelo.

2.3. Medidas de obras físicas para el control de la erosión

Con la implementación de diversas medidas se puede controlar la escorrentía de agua de lluvia, pudiendo disminuir considerablemente la erosión, inclusive se puede lograr que la erosión hídrica del suelo se evite totalmente. Las medidas de obras físicas para el control de la erosión y el mejoramiento de las tierras agrícolas más utilizadas son: Construcción de curvas de nivel, barreras vivas, media luna, terrazas, barreras de piedra, control de cárcavas y las medidas para el manejo del agua de lluvia.

El mejoramiento de las tierras agrícolas con las medidas de obras físicas se puede implementar cubriendo extensas áreas; además, como no requiere tecnología muy complicada, se puede difundir ampliamente en varias localidades.

Aún siendo una misma medida, no existe ninguna norma perfecta aplicable universalmente, debido a que intervienen diversas condiciones que interactúan tales como condiciones topográficas, capacidad técnica, mano de obra y otros. No obstante, como referencia para conocer de un modo general las diversas medidas, se describen las principales características y forma de implementación.

2.3.1 Curvas de nivel

La medida física más efectiva y de fácil construcción son las curvas de nivel, que se realizan en los terrenos que presentan pendiente moderada y en superficie no muy pequeña. Es una de las medidas físicas más utilizada y efectiva que el productor debe realizar para disminuir la erosión hídrica del suelo. La marcación del terreno para construir las curvas de nivel se realizan utilizando el nivel Tipo A o el nivel de manguera con agua.

De acuerdo a la validación realizada, la forma más práctica y sencilla para realizar el trazado de las Curvas de Nivel es a través de la utilización del nivel de manguera, además ofrece la ventaja que se puede preparar el equipo a un costo bastante reducido y de fácil implementación para los productores.

Los materiales que se necesitan para construir un equipo de nivel de manguera son: a) Manguera fina transparente de 22,5 metros de largo (igual a los que usan los albañiles); b) Dos listones (o reglas) de madera de 2 x 1 pulgadas por 1,20 m de largo; c) Hilo o alambre de atar; d) Un balde o recipiente con agua.

Los pasos para la construcción de Curvas de Nivel con nivel de manguera son las siguientes:

- 1) Marcación de los listones de madera: Se marca cada 5 cm., desde los 0,80 m. hasta los 1,20 m.
- 2) Fijación de la manguera a las reglas: Se realiza atando cada extremo de la manguera con un hilo o alambre.
- 3) Calibrar la manguera: Llenar la manguera con agua limpia, evitando que se forme burbuja de aire, luego se lleva las dos reglas a una misma altura del suelo, buscando que el agua llegue al mismo nivel en ambos extremos de la manguera, estabilizándose en el punto 0 (cero) de ambas reglas.



Calibración de nivel de manguera, práctica con líderes conservacionistas.

4. Determinación de la pendiente y su orientación: Para iniciar el trabajo de marcación de las curvas de nivel, se debe primeramente determinar el porcentaje de pendiente del terreno así como su orientación: **a) El porcentaje**

de pendiente nos dirá la distancia entre cada curva o terraza. **b) La orientación de la pendiente** nos dirá el sentido que deberán tener las curvas para que estas cumplan su objetivo. En el siguiente cuadro se detalla la distancia recomendada entre las curvas de nivel según el porcentaje de pendiente:

Porcentaje de pendiente	Distancia entre las curvas de nivel
1 a 3 %	cada 20 a 22 metros
4 a 6 %	cada 15 a 17 metros
7 a 12 %	cada 10 a 12 metros

- 5) **Marcación de las Curvas:** Se debe comenzar en la parte y el punto más alto del terreno. Una de las reglas o listón queda fija en ese punto que denominamos punto A, el otro extremo se dirige hacia el siguiente punto B, buscando dar con el nivel previamente establecido (5 a 10 cm. de diferencia entre el punto A y B,) y se realiza la marcación de los dos puntos con estacas. Se repite el procedimiento, trasladando la regla del punto A al punto B, y la regla del punto B a un nuevo punto C, realizando la marcación del punto C con una estaca, y así sucesivamente para los siguientes puntos.
- 6) **Corrección de los puntos marcados:** Terminada la marcación de todos los puntos para la primera curva de nivel, se realiza la corrección y la ubicación de las estacas, tratando de evitar la formación de curva muy pronunciada y dejando los puntos marcados en una disposición adecuada, formando una curva suave.



Construcción de la curva de nivel utilizando arado de reja

- 4) **Construcción de la primera curva de nivel:** Se realiza utilizando el arado de reja tirado por bueyes, haciendo pasar el arado por los puntos marcados y corregidos

en el terreno. La tierra se debe voltear hacia adentro de la curva, repitiendo unas 4 veces cada lado para conseguir mayor resistencia. Posteriormente se le da la forma de una lomada o cordón, utilizando azada o pala.

- 5) Construcción de las demás curvas de nivel: Para la marcación de las siguientes curvas de nivel, se tiene en cuenta el porcentaje de pendiente, para la distancia correspondiente y se sigue la misma orientación de la primera. Para el efecto, se puede utilizar una cuerda con la medida establecida, donde una persona se ubica en el inicio de la primera curva ya marcada, la otra persona se ubica en el otro extremo de la cuerda hacia la parte baja de la pendiente, se procede a marcar las siguientes curvas, terminada la marcación, se construye la lomada utilizando el arado de reja.
- 7) Implantación de cordón vegetal en las Curvas de Nivel: Para reforzar la resistencia contra el agua de las curvas de nivel, se debe plantar sobre las mismas especies semi-perennes. Se sugiere que el productor cultive sobre las Curvas de Nivel especies forrajeras, que puede servirle para la alimentación de su ganado. Las especies recomendadas para el cordón vegetal son: Pasto Camerún, Pasto Elefante Enano, Caña de Azúcar, también se puede utilizar especies como Pacholí y Kumandá Yvyra-í, que pueden ser aprovechados por los productores.



Cordón vegetal de especies forrajeras sobre curvas de nivel.

“La construcción de las curvas de nivel es la medida de obra física más efectiva y de fácil realización para los pequeños productores, pudiendo cultivar especies forrajeras (pasto elefante, caña de azúcar etc.) sobre la curva, de esa forma se evita la erosión hídrica del suelo y se dispone de suficiente forraje para el ganado durante el invierno”.

2.3.2. Barrera viva

Los pequeños productores que normalmente disponen de terreno con poca superficie, se caracterizan por establecer diferentes cultivos en pequeñas parcelas. En estas condiciones, es difícil realizar el trazado y la construcción de las curvas de nivel, por lo tanto, bajo estas circunstancias es más práctico establecer la medida física conocida como la “barrera viva”, que consiste en la construcción de cordones en línea recta, para controlar o reducir los efectos de la erosión .

La barrera viva es una medida muy sencilla, que con mucha facilidad se puede implementar en la finca de los pequeños productores. Los pasos para realizar la barrera viva es la siguiente:

- 1) Determinación de la pendiente: Se determina la orientación que tiene la pendiente de la parcela y de acuerdo al nivel de inclinación de la misma (porcentaje de desnivel), se establece la distancia que queda entre cada barrera.
- 2) Marcación. La marcación se realiza con estaca de madera, colocando generalmente en línea recta y en forma perpendicular a la pendiente.
- 3) Construcción de la primera barrera: Se construye la barrera levantando la tierra en forma de camellón en la línea donde se realizó la marcación.
- 4) Construcción de las siguientes barreras: Se procede de la misma forma que la construcción de la primera barrera, dejando espacios entre las mismas cada 20 a 30 metros, de acuerdo al porcentaje de la pendiente. Si la pendiente es más pronunciada, las barreras se construye a menor distancia.
- 5) Protección de la barrera: Sobre las barras o camellones construidas, se cultivan especies permanentes como caña de azúcar, pasto elefante enano, pasto camerún o pacholí.



Barrera viva construida con pacholí, en finca de un productor en Roque González

2.3.3. Media luna

La media luna es una medida física muy sencilla que se puede construir para disminuir los efectos erosivos después de una lluvia. Esta media se realiza cuando las curvas de nivel no llegan a controlar totalmente la erosión en la parcela con cultivo ya establecido



Parcela recientemente cultivada con media luna para controlar la erosión

La media luna se construye levantando con azada la tierra formando varios semicírculos, se procura que la tierra quede compactada. Esta medida se puede realizar al inicio de cada ciclo de cultivo si se observa erosión laminar, por lo tanto es una medida complementaria a las curvas de nivel.

También se puede utilizar la media luna donde terminan las curvas de nivel o en la cabecera de la chacra para evitar la formación de surcos o cárcavas.



Media luna construida donde termina las curvas de nivel, Parcela Demostrativa, J-Green

2.3.4 Terrazas

La terraza es una estructura física que se construye sobre una pendiente con el objetivo de interceptar la escorrentía acortando la pendiente, tratando de esta manera reducir la velocidad a un nivel que no provoque la erosión y conducir las aguas hacia la boca de descarga. Las terrazas se construyen en las parcelas que presentan pendientes muy pronunciadas en forma de ladera, generalmente mayor del 8 % de desnivel.

Para construir una terraza, es necesario considerar diversas condiciones tales como la longitud y el ancho de la misma, la ubicación de la boca de descarga, la pendiente y el ancho del canal. La construcción de las terrazas requiere de equipos, profesionales con experiencias y mucha mano de obra. Los pasos para la construcción de las terrazas son los siguientes:

- 1) En primer lugar se debe realizar el trazado de nivel, en forma bastante precisa, comenzando a marcar el mismo nivel en la parte más alta del terreno.
- 2) Posteriormente se debe realizar el corte de la tierra formando un talud, esta labor se puede realizar en forma manual o mecanizada.

- 3) La tierra proveniente del corte o desmonte se nivela formando una parte plana o terraplenado, el ancho de este terraplenado depende de la pendiente.
- 4) Para demás terrazas se sigue el mismo procedimiento, quedando de esta forma construidas las diferentes terrazas bien niveladas.
- 5) Antes de realizar la siembra en las terrazas, se debe mejorar las condiciones físicas y la fertilidad del suelo, removiendo el suelo e incorporando materia orgánica o fertilizantes.

La construcción de las terrazas es bastante costosa, por lo tanto esta medida se justifica solo en pequeñas áreas y cuando no se dispone de terreno en mejores condiciones para cultivar. Esta medida generalmente no se implementa a nivel de los pequeños productores, por que para la construcción se requiere de los conocimientos y equipos necesarios.

2.3.5 Barrera de piedra

La barrera de piedra consiste en juntar las piedras que se encuentran dispersas en la propiedad formando un muro, esta operación se puede realizar en forma manual o usando pala mecánica con hoja dentada e ir amontonando a lo largo de la curva de nivel. Además de ser un trabajo efectivo para eliminar las piedras de la parcela, sirve para acortar la longitud de la pendiente, con lo cual se consigue disipar la velocidad de flujo y la energía de la escorrentía y previene la erosión del suelo. El muro o barrera de piedra también aumenta la humedad del suelo estimulando la infiltración del agua de lluvia o de riego. Sin embargo, con el fin de lograr la retención y sedimentación de un determinado volumen de tierra y materia orgánica, es necesario cerrar los espacios combinando piedras de distintos tamaños e igualando la cresta del muro.

Los pasos para construir la barrera de piedra son: 1) Juntar las piedras; 2) Trazar la curva de nivel; 3) Excavar la zanja; 4) Colocar las piedras formando una barrera o muro. Esta medida se puede implementar solamente en los lugares donde existen suficiente piedra y para la construcción se requiere de bastante cantidad de mano de obra, siendo por tanto aplicable para casos especiales.



Barrera de piedra en la finca del Sr. Arrúa en Quyquyhó, Dpto. de Paraguari

2.3.6 Control de cárcavas

La erosión en cárcava es un estado avanzado de la erosión laminar y se origina cuando se escurre un caudal grande de agua superficial durante un largo período y a una gran velocidad. La erosión en cárcava se clasifica de las siguientes maneras. Los que tienen más de 5m de profundidad son consideradas cárcavas profundas, las que miden 1 a 5m son consideradas de mediana profundidad, se consideran suaves las que miden menos de 1m de profundidad.

Las obras físicas para el control de las cárcavas se construyen de diferentes maneras. Existen métodos con estructuras sencillas para el control de la erosión en cárcava que consiste en instalar una estructura colocando troncos, piedras y tierra, cerca del lugar donde se origina la cárcava, a los efectos de interceptar y hacer sedimentar la tierra que se va erosionando. Sobre la tierra acumulada se realiza la plantación de pasto pacholí o caña de azúcar.

Las cárcavas de mediana profundidad y especialmente las profundas, requieren de instalaciones y estructuras más seguras, como la construcción de muro de piedras, con la que se puede lograr la estabilización de las tierras acumuladas. Estas estructuras se deben construir en varias partes del trayecto de la cárcava, por lo tanto resulta bastante costosa y se deben realizar técnicamente, razón por la cual su implementación es bastante difícil para los pequeños productores.

Es necesario estudiar y verificar la zona de donde proviene el agua y estudiar en forma conjunta con todos los afectados las medidas a aplicar, inclusive recurrir a

las entidades pertinentes como Ministerios de Obras Públicas, si las cárcavas representa un problema para la comunidad. Es importante estabilizar las tierras afectadas por la erosión en cárcava, mediante la protección de la cabecera donde se origina el problema posibilitando el desarrollo de las plantas al inicio de la pendiente y también una medida muy efectiva la reforestación en las adyacencias.

2.4 Medidas para el manejo del agua

Las medidas para el manejo de agua son “medidas de conservación de agua” que cumplen funciones de prevenir la erosión del suelo aguas abajo, mediante el control de la escorrentía, pero a la vez cumplen la función de “medidas que tienen como objetivo el desarrollo rural” por abastecer de recurso hídrico en forma estable y así contribuir al desarrollo agrícola y rural.

Entre las técnicas para el aprovechamiento eficiente del agua, son consideradas importantes las medidas tales como la reforestación para fortalecer la capacidad de recarga de las fuentes de agua, la captación de las aguas de lluvia a través de toda la superficie de la parcela para compensar la desequilibrada distribución de lluvias, el cultivo con cobertura muerta o la labranza mínima que mejoran la capacidad de retención de la humedad del suelo.

2.4.1 Construcción de canales de drenaje

Los canales de drenaje instalada en la finca son obras físicas que sirven para controlar la escorrentía, tratando que la descarga del agua que corre en la superficie adquiera una velocidad que no provoque la erosión del suelo. El canal de drenaje se usa combinando con otras medidas de conservación por obra física como terraza-canal. Su construcción se planifica en base a la separación entre canales, caudal máximo de descarga de la tierra agrícola, longitud máxima del canal, etc.

De acuerdo a la función que cumplen, los canales de drenaje se pueden clasificar en:

- ▶ Canal colector: Conduce el agua descargada a los cauces naturales en la parte baja de la pendiente.
- ▶ Canal interceptor: Evita el ingreso de las aguas a las parcelas de cultivo y conduce hasta el canal colector.

Además de estos, se instalan zanjas de desviación o dispersión para hacer desviar la escorrentía. Estas medidas son ejecutadas tradicionalmente en algunos lugares, pero frecuentemente se observa que se abren nuevos canales en forma empírica, llegando a causar nuevos problemas de cárcavas.

Para evitar estos inconvenientes, es necesario comprender las funciones que cumplen los canales de drenaje, estudiar con fundamento técnico la ubicación de los mismos y distribuir sistemáticamente los canales colectores e interceptores, a fin de lograr la disipación de la escorrentía.

Los canales de drenaje cumplen varias funciones según el lugar donde son instalados tales como:

- ▶ Efectos de retención de agua: Intercepta la escorrentía y almacena el agua momentáneamente. Mejora la retención de humedad del suelo y estimula el crecimiento de las plantas.
- ▶ Efecto de infiltración: Especialmente en los lugares de baja permeabilidad, en el interior de un canal instalado en forma casi horizontal también ocurre la infiltración, haciendo reducir el volumen y la velocidad de flujo de la escorrentía.
- ▶ Efecto de drenaje: Son instalados para interceptar y evacuar el agua superflua. Reduce el efecto erosivo de la escorrentía reduciendo su velocidad y caudal.

Los canales de drenaje pueden tener una sección en U que sirven para detener el agua superficial, se colocarán las taludes que serán protegidas cubriendo con vegetación. Con respecto a la sección del canal de drenaje, desde el punto de vista económico también, es conveniente que tenga una magnitud que permita evacuar el caudal correspondiente a las precipitaciones que normalmente ocurren. No obstante, en el caso de la excavación manual, frecuentemente la magnitud es determinada basándose en el tamaño de las herramientas como la pala, dando un ancho de 30cm en el fondo del canal, 50cm de profundidad y 60cm de ancho en la parte superior abierta.

Los canales de drenaje pueden ser contruidos también en forma manual y es relativamente de bajo costo. Resulta muy efectivo cuando se instala el canal de drenaje en el lugar por donde ingresa la escorrentía a la parcela. Se requiere constante inspección y mantenimiento, especialmente en época de lluvias, eliminando los obstáculos para permitir el normal flujo del agua de descarga.

2.4.2 Mejoramiento de la infraestructura rural

Los lugares donde se originan la erosión del suelo son en su mayor parte zonas difíciles de realizar la agricultura en forma sostenible, especialmente donde son limitadas las alternativas técnicas aplicables aunque se pretenda realizar la conservación del suelo. Generalmente, cuanto más acentuada es la pobreza del campesino, mayor es la prioridad para asegurar los alimentos. Por eso, aunque los campesinos reconozcan la importancia que revisten las medidas de conservación del suelo, se muestran pasivos para implementar dichas medidas

debido a que las mismas no conducen en forma directa a mejorar la productividad agrícola.

Por esta razón, para implementar en forma efectiva y sostenible la conservación del suelo, no se debe ejecutar solamente las medidas en forma aisladas, sino es necesario ejecutar varias medidas, que tienen como objetivo la eliminación de los factores que están limitando la realización de las medidas de conservación, tanto a nivel de cada campesino como a nivel comunal o municipal; de esta forma, los campesinos encararán activamente las medidas de conservación, logrando la sostenibilidad a las acciones.

Entre los factores limitantes que obstaculizan el desarrollo rural se pueden mencionar el mal estado de los caminos rurales, tanto para llegar a las fincas, como también la dificultad para sacar los productos y llegar al mercado. Esta situación se plantea por la deficiente infraestructura vial en la mayoría de las comunidades.

Por lo tanto una de las medidas físicas para el desarrollo rural es el mejoramiento de los caminos, que son caminos que se usan para fines agrícolas. Entre estos, existen los caminos que actúan como vías troncales y los que se construyen dentro de la finca. Los primeros enlazan las comunidades o empalman con rutas departamentales o nacionales y son usados para la extracción de los productos agrícolas, constituyéndose en vías principales de áreas rurales.

Frecuentemente se observan casos en los cuales el agua de lluvia caída en las tierras agrícolas y sobre la calzada, fluye sobre el camino deteriorándolo; además en su curso ingresa en las parcelas de cultivos provocando la erosión del suelo. De esta manera, las erosiones del suelo hacen aumentar el costo de mantenimiento de los caminos. Por consiguiente, si se adoptan las medidas de control del suelo en las fincas es muy significativo para mantener los caminos rurales.

Es muy importante la elaboración de un plan que integre las medidas para el control de la erosión en las fincas agrícolas con el mantenimiento de los caminos rurales. Por lo tanto, es esencial aunar el esfuerzo de todos los beneficiarios de las adyacencias y realizar las acciones en forma conjunta.

CAPÍTULO 3

Prácticas agronómicas para la recuperación de suelo degradado

La zona del “Estudio de Validación para el Desarrollo Rural Participativo basado en la Conservación de suelo” del Proyecto J-Green, en el Departamento de Paraguari, presenta actualmente un grave problema para la producción agropecuaria, como consecuencia de la degradación del suelo, ocurrida a través del tiempo por la erosión hídrica y la pérdida de la fertilidad natural.

La degradación del suelo, se debe principalmente al manejo inadecuado de las parcelas destinadas a la producción agropecuaria. Esta situación se agrava con el transcurso del tiempo por la constante disminución de los rendimientos de los cultivos, tanto de renta como de autoconsumo y trae como consecuencia la pobreza generalizada de los campesinos, al obtener cada vez menos ingresos económicos y la disminución sustancial de los productos alimenticios para el consumo familiar, inclusive ya no pueden garantizar su seguridad alimentaria.

En el departamento de Paraguari el suelo presenta una textura arenosa en superficie, con un nivel crítico de materia orgánica, naturalmente pobre en nutrientes esenciales como nitrógeno fósforo y potasio, como así también en micronutrientes, y la acidez del suelo presenta un pH de 5,6 (ligeramente ácida).

Por las razones mencionadas precedentemente, los productores suelen manifestar que el suelo que cultivan está prácticamente agotado, constituyéndose en serio problema para encarar las actividades productivas con márgenes razonables de rentabilidad, por lo que generalmente en busca de mejores oportunidades emigran a las ciudades, generando el éxodo del campo a la ciudad especialmente de la población más joven.

3.1. Situación actual de la degradación del suelo en zona de estudio:

Los principales factores de la degradación del suelo en el Departamento de Paraguari, zona de implementación del Estudio de Validación del Proyecto J-Green, están relacionados principalmente con la erosión ocasionada por las lluvias y la pérdida de la fertilidad, que están en relación directa a los años de uso de las parcelas y al manejo adoptado por los productores.

La principal causa de la degradación del suelo se debe al sistema tradicional de las prácticas agronómicas implementadas por los productores, siendo la de mayor incidencia la mala preparación del suelo (arada superficial), la falta de rotación de los cultivos predominando el monocultivo, el manejo inadecuado de los restos de los cultivos, el sobre-pastoreo invernal en parcela de cultivo y en algunos casos la quema, quedando sin cobertura vegetal.

La consecuencia de la continua arada superficial (menos de 15 cm. de profundidad), y el sobre-pastoreo invernal se tiene una elevada compactación del suelo formando el pié de arado, teniendo como consecuencia el limitado desarrollo del sistema radicular de los cultivos.

También las parcelas con muchos años de uso, presentan serios problemas de acidez del suelo, y las acciones para corregir la acidez es prácticamente nula. El argumento principal de la no utilización de la cal agrícola es el elevado costo, además falta orientación técnica y la disponibilidad de este insumo en la zona.

La producción pecuaria como ganado bovino, equino y animales menores constituyen componentes importantes del sistema productivo campesino (para la seguridad alimentaria, animal de trabajo y de renta). Pero los productores normalmente no tienen previsto los requerimientos necesarios para la alimentación del ganado.

La falta de forraje para el ganado durante el periodo invernal es una situación generalizada entre los productores, por esta razón aprovechan hojas de coco y restos de los cultivos para pastorear a los animales, ocasionando serios problemas de compactación y erosión del suelo.



Sobre-pastoreo en periodo invernal, finca de un productor de San Roque González.

La mayoría de los pequeños agricultores no consideran a los recursos forestales como rubros de producción, inclusive es escasa la plantación de frutales o cultivos permanentes para aprovechar las áreas de mayor pendiente o parcelas abandonadas por degradación. Tampoco se toman las medidas para la regeneración natural de las especies nativas, a pesar de la escasez de árbol para madera o leña.

Existe poca diversificación de rubros en el área de implementación del proyecto, siendo el algodón el principal cultivo de renta y los cultivos de maíz, mandioca y poroto constituyen los rubros de autoconsumo. Los rendimientos de estos cultivos son muy bajos, inclusive inferior al rendimiento promedio nacional.

3.2. Recuperación de suelo degradado con prácticas agronómicas

Las prácticas agronómicas para la conservación y recuperación de suelo degradado deben ser encaradas con un enfoque global, complementando las prácticas para la recuperación de la fertilidad del suelo, con las medidas físicas para prevenir la erosión.

Se debe establecer un manejo integral de la finca, implementado un sistema con prácticas agronómicas, para mejorar la productividad del suelo, a través de un adecuado manejo del proceso productivo, estableciendo medidas sencillas y prácticas, adecuadas a las condiciones y posibilidades de los pequeños productores.

Por lo tanto, se deben plantear diversas prácticas agronómicas con miras a la recuperación del suelo degradado a los efectos ofrecer a los productores un menú de opciones, para que ellos puedan seleccionar aquellas prácticas que mejor se ajusten a su realidad y a su capacidad técnica y económica.

Con este propósito, como parte de su estrategia de intervención, el Proyecto J-Green realiza la Validación de Tecnología, verificando todas las experiencias disponibles sobre las medidas de conservación y recuperación de los suelos degradados, a través de la implementación de una Parcela de Demostrativa Experimental (PDE) y 16 parcelas de Investigación Participativa (IP's) establecidas en las fincas de los productores Líderes Conservacionistas.

Las prácticas agronómicas validadas para lograr la recuperación de los suelos degradados comprenden la evaluación de los abonos verdes tanto de verano como de invierno, la fertilización química y orgánica de los principales cultivos.

Con relación a la diversificación de la producción agropecuaria se realizaron las evaluaciones de variedades de principales cultivos de renta y de consumo, de especies forrajeras y la producción orgánica de hortalizas.

3.3. Evaluación de Abonos Verdes de Verano

3.3.1. Colección de Especies de Abonos Verdes de Verano

En nuestro país se cuenta con numerosas especies de abonos verdes de verano, que se cultivan con el fin de lograr la cobertura del suelo, reducir la erosión, mejorar las características físicas químicas y biológicas del suelo, disminuir la infestación de malezas y plagas. Por lo tanto es de suma importancia evaluar el comportamiento y las bondades de las diferentes especies y variedades de abonos verdes, para que puedan ser utilizados de manera efectiva por los pequeños productores en el proceso de la recuperación de los suelos extremadamente degradados.

Este estudio se realizó con los siguientes objetivos: (1) Introducir y evaluar las diferentes especies de abonos verdes de verano en la zona del estudio; (2) Determinar los abonos verdes de verano que ofrecen mayor cantidad de masa verde y cobertura al suelo; (3) Determinar las especies mejor adaptadas al sistema de producción y condiciones del pequeño productor.

Se evaluaron 13 especies y variedades de abonos verdes de verano, utilizando materiales de origen confiable, semillas del Campo Experimental de Choré de la DIA. Los aspectos evaluados fueron: (1) Grado de cobertura del suelo; (2) Características agronómicas, facilidad de manejo y obtención de semilla.

Los Resultados de la evaluación de la colección de abonos verdes de verano, se basan principalmente en el nivel de cobertura durante las diferentes fases del desarrollo vegetativo de cada una de las especies y/o variedades introducidas. Los resultados de esta evaluación en porcentaje de cobertura, se presentan en el siguiente cuadro:

Especie/Variedad	Porcentaje de Cobertura del Suelo (%)				
	45 días	60 días	90 días	120 días	150 días
1. Dolicho Blanco	80	90	100	100	100
2. Dolicho Negro	70	90	100	100	100
3. Dolicho Rojo	60	90	100	100	100
4. Canavalia	90	100	100	100	90
5. Crotalaria	80	90	90	80	70
6. Poroto Mungo	70	80	80	70	50
7. Poroto Común	70	90	100	80	60
8. Mucuna Rayada	80	90	100	100	100
9. Mucuna Ceniza	80	100	100	100	100
10. Sorgo Teocinto	50	60	60	70	70
11. Sorgo Forrajero	50	60	70	80	70
12. Kumandá yvyraì enano.	20	40	70	80	90
13. Kumandá yvyraì Nuclear 3	20	30	60	80	100



Colección de abono verde de verano, Parcela Demostrativa Experimental de J-Green.

Las características agronómicas, facilidad de manejo y obtención de semilla de cada especie se presentan a continuación:

- 1) Las tres variedades de Dolicho presentaron excelente desarrollo vegetativo y cobertura, es perenne y se debe cortar para incorporar, produce vaina pequeña que se puede trillar con facilidad.
- 2) La Canavalia presenta en poco tiempo muy buena cobertura, fácil de incorporar, la semilla se puede obtener con facilidad.
- 3) La Crotalaria presenta buen desarrollo en altura, pero menos en cobertura, se debe cortar para incorporar al suelo, produce abundante vainas y semillas de tamaño muy pequeñas que dificulta la recolección manual.
- 4) El Poroto Mungo y Poroto Común, presentaron ciclo corto y cobertura por poco tiempo, con buena producción de vaina y semilla.
- 5) La Mucuna Rayada y la Mucuna Ceniza presentaron excelentes coberturas. Requieren de corte con machete o discos para incorporar. Produce buena cantidad de semilla pero el trillado es más dificultoso.

- 6) Los sorgos Teocinto y Sorgo Forrajero producen menos cantidad de cobertura y la obtención de semilla es más dificultoso.
- 7) Las dos variedades de Kumandá yvyra'i presentaron un desarrollo inicial mas lento, pero después de tres meses presentaron excelentes cobertura. Se observó poca diferencia en desarrollo vegetativo entre la variedad enana y la común. Producen abundante semillas que facilita la multiplicación.

3.3.2. Evaluación de las principales variedades de Abonos Verdes de Verano.

Es de suma importancia evaluar el comportamiento de las principales especies y/o variedades de abonos verdes más utilizadas en nuestro país durante el verano, a los efectos de ver la facilidad de adaptación por el pequeño productor para el manejo y la conservación del suelo.

Los objetivos de la evaluación son:

- (1) Determinar la cantidad de masa seca que producen los principales abonos verdes de verano;
- (2) Verificar la cobertura vegetal al suelo a los 30 y 50 días de la siembra, de los diferentes abonos verdes;
- (3) Conocer la adaptación, ciclo de cultivo y producción de semillas de seis especies y/o variedades de abonos verdes de verano en la zona.

Delineamiento Experimental utilizado: (1) Diseño Bloques al Azar; (2) Con 6 (seis) tratamientos y tres repeticiones; (3) La unidad parcelaria con 6 hileras de 4 metros de largo.

Los abonos verdes evaluados en la parcela de colección de la PDE fueron:

- 1) Mucuna ceniza (*Mucuna pruriens cinereum*)
- 2) Mucuna rayada (*Mucuna pruriens sp*)
- 3) Mucuna enana (*Mucuna pruriens deeringianum*)
- 4) Kumandá yvyra'i (Cajanus Cajan)
- 5) Canavalia (*Canavalia ensiformis*)
- 6) Crotalaria juncea (*Crotalaria juncea*)

En este estudio se evaluaron las siguientes variables:

- (1) Cobertura inicial del abono verde (a los 30 y 50 días de la siembra);
- (2) Cantidad de masa seca al final del ciclo de cada especie;
- (3) Producción de semilla de las especies que maduraron y determinación del ciclo desde la emergencia a la cosecha.

Los Resultados de la cobertura del suelo a los 30 y 50 días de la siembra se presentan en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Porcentaje de Cobertura	
	30 días	60 días
1. Mucuna Ceniza	15 %	60 %
2. Mucuna Rayada	15 %	60 %
3. Mucuna Enana	15 %	40 %
4. Kumandá Yvyra'i	10 %	40 %
5. Canavalia	25 %	60 %
6. Crotalaria	20 %	50 %

La cobertura del suelo está directamente relacionada al ciclo de cada especie evaluada, los de ciclo más corto presenta cobertura más rápida.

La cantidad de masa seca en kilogramo por hectárea se presenta en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Masa seca kg/ha
1. Mucuna Ceniza	5.896
2. Mucuna Rayada	5.728
3. Mucuna Enana	6.227
4. Kumandá Yvyra'i	37.144
5. Canavalia	7.580
6. Crotalaria	32.496

El Kumandá Yvyra'í es la especie con mayor cantidad de masa seca por ha.

La producción de semillas y el ciclo desde la siembra a la cosecha, de las tres especies que llegaron a completar el ciclo en el momento de realizar la evaluación se presenta a continuación:

Tratamientos	Cantidad de semilla	Ciclo en días
	kg/ha	Siembra a cosecha
1. Mucuna Enana	1.030	170 días
2. Canavalia	1.360	110 días
3. Crotalaria	840	145 días



Evaluación de abono verde de verano, Parcela Demostrativa Experimental de J-Green.

Con los resultados de este estudio se pudo verificar el comportamiento y las ventajas que ofrecen los principales abonos verdes de verano.

- (1) La Canavalia es la que ofrece mejor y más rápida cobertura al suelo.**
- (2) El Kumandá Yvyra'i y la Crotalaria son las especies que proporcionan mayor cantidad de masa seca por hectárea.**
- (3) El abono verde que produce buena cantidad de semilla y que el productor puede cosechar con facilidad es la Canavalia.**

3.3.3. Asociación de Maíz con Abonos Verdes de Verano

La mejor manera de utilizar abonos verdes de verano, es combinando con los cultivos tradicionales que realiza el productor, como el maíz y la mandioca, colocando en la melga los abonos verdes, de esta forma se puede lograr la cobertura del suelo que permite reducir la erosión y disminuir la infestación de malezas y plagas.

Por lo tanto es de suma importancia evaluar la asociación de las principales especies y/o variedades de abonos verdes de verano con el cultivo de maíz, para verificar la mejor combinación que puede adoptar el pequeño productor, dentro de sus prácticas de manejo y conservación de suelo.

Los objetivos de este estudio fueron: (1) Evaluar el rendimiento del cultivo de maíz asociado con diferentes abonos verdes de verano; (2) Determinar la cantidad de masa seca que aportan los diferentes abonos verdes de verano y (3) Observar el nivel de cobertura, cantidad de biomasa y control de malezas de los diferentes abonos verdes.

El Delineamiento Experimental utilizado es el diseño Bloques al Azar con 6 (seis) tratamientos y tres repeticiones, la unidad parcelaria con 6 hileras de 4 metros de largo.

Los tratamientos son las siguientes:

1. Maíz con Mucuna ceniza
2. Maíz con Kumandá Yvyra-i
3. Maíz con Canavalia
4. Maíz con Crotalaria juncea
5. Maíz con Mucuna enana
6. Maíz solo (testigo)

Para el presente estudio se utilizó Maíz de la variedad Guaraní 312 (Karapé pytá) y semillas de abonos verdes de verano introducidas del Campo Experimental de Choré. Los cuidados culturales se realizaron en forma manual conforme a las necesidades. La cosecha y las evaluaciones se realizaron en la época oportuna.

Las variables evaluadas fueron: (1) Rendimiento del cultivo de maíz asociado con diferentes abonos verdes; (2) Cantidad de masa seca que aporta cada uno de los abonos verdes y (3) La cobertura y control de malezas de los diferentes abonos verdes de verano asociado con el cultivo de maíz

Los resultados con relación al rendimiento del cultivo de Maíz se presentan en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Rendimiento de Maíz Kg/ha.
1. Maíz + Mucuna Ceniza	2.451
2. Maíz + Kumandá Yvyra-í	2.979
3. Maíz + Canavalia	2.374
4. Maíz + Crotalaria	2.326
5. Maíz + Mucuna Enana	2.552
6. Maíz solo (testigo)	2.588

Conforme a este resultado, el mayor rendimiento por hectárea del cultivo de maíz se obtiene realizando la asociación de maíz con kumandá Yvyra-i, seguido por el testigo.

Los resultados de la cantidad de masa seca de cada especie de abonos verdes de verano que se ha asociado con el cultivo de maíz se presentan en el siguiente cuadro:

Tratamientos	a seca kg/ha
1. Mucuna Ceniza	4.288
2. Kumandá Yvyra'i	6.157
3. Canavalia	7.382
4. Crotalaria	6.217
5. Mucuna enana	3.825

La Canavalia es la especie que presenta mayor cantidad de masa seca por hectárea. Las especies que ofrecen mayor cobertura al suelo y control de malezas son la canavalia y el kumanda yvyra-i.



Foto: Asociación de abono verde con Maíz, Parcela Demostrativa Experimental de J-Green.

El resultado de este estudio permite verificar la combinación más apropiada que se puede realizar con el cultivo de maíz con los abonos verdes de verano.

- (1) El Kumandá Yvyra'i es la mejor especie que se puede combinar con el Maíz y obtener el mayor rendimiento de este cultivo;**
- (2) La especie que produce mayor cantidad de masa seca es la Canavalia, seguido por crotalaria, Kumandá Yvyra-i y la Mucuna Ceniza;**
- (3) La canavalia presenta muy buena y más rápida cobertura al suelo, sin embargo una cobertura más prolongada se puede lograr con el Kumandá yvyra-i.**

3.3.4. Asociación de Mandioca con Abonos Verdes

La utilización de abonos verdes permite, en gran medida, la conservación y recuperación de los suelos degradados. La mejor manera de utilizar abonos verdes de verano, es combinando con los cultivos tradicionales como la mandioca, colocando en la melga los abonos verdes, de esa forma lograr la cobertura del suelo para reducir la erosión y disminuir la infestación de malezas y plagas. Por lo tanto es de suma importancia evaluar el asociación de abonos verdes de verano con el cultivo de la mandioca, para verificar la mejor combinación que puede adoptar el pequeño productor, dentro de sus prácticas de manejo y conservación de suelo.

Los objetivos de este estudio son:

- (1) Evaluar el rendimiento del cultivo de la mandioca asociado con diferentes abonos verdes de verano;
- (2) Determinar la cantidad de masa seca que aportan los diferentes abonos verdes de verano.
- (3) Observar el nivel de cobertura, cantidad y control de malezas de los diferentes abonos verdes.

El delineamiento experimental utilizado es el diseño bloques al azar con 6 tratamientos y tres repeticiones y la unidad parcelaria consta de 6 hileras con 4 metros de largo.

Los Tratamientos son las siguientes:

- 1) Mandioca con Canavalia
- 2) Mandioca con Mucuna enana
- 3) Mandioca con kumandà-i (Poroto San Francisco)
- 4) Mandioca con Poroto Mungo
- 5) Mandioca con Dolicho
- 6) Maíz solo (testigo)

Para el presente estudio se utilizó Mandioca de la variedad Cano y semillas de abonos verdes de verano de la FCA/UNA Los cuidados culturales se realizaron en forma manual conforme a las necesidades. La cosecha y las evaluaciones se realizaron en la época oportuna.

Las variables evaluadas en este estudio fueron las siguientes:

- (1) Rendimiento del cultivo de la mandioca asociado con diferentes abonos verdes de verano;
- (2) Grado de compatibilidad del cultivo de la mandioca con los diferentes abonos verdes de verano y
- (3) Cobertura y control de malezas de los diferentes abonos verdes de verano asociado con el cultivo de la mandioca.

El resultado del rendimiento del cultivo de mandioca combinado con los diferentes abonos verdes, se presenta en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Rendimiento de Mandioca Kg/ha.
1. Mandioca + Canavalia	7.250
2. Mandioca + Mucuna enana	7.000
3. Mandioca + Kumanda-i	8.000
4. Mandioca + Poroto Mungo	7.375
5. Mandioca + Dolicho	9.375
6. Mandioca solo (testigo)	9.000

El mayor rendimiento de la mandioca se obtiene combinando con Dolicho. Este estudio fue afectado seriamente por la sequía y el ataque de mosca blanca.



Asociación de canavalia con mandioca, Parcela Demostrativa Experimental de J-Green.

- *La combinación del cultivo de la mandioca con algunos abonos verdes de verano, como la canavalia y mucuna enana presenta resultados muy favorables.*
- *El abono verde que ofrecen mayor cobertura al suelo y control de malezas es la canavalia.*
- *Para evitar que se produzca competencia al cultivo de la mandioca, la inclusión del abono verde se debe realizar entre los 45 a 60 días de la siembra.*

3.3.5. Asociación de Tártago (*ricinus communis*) con abono verde de verano

El tártago es un rubro importante, ya que sirve como materia prima en la industrialización y obtención de aceite que sirve como lubricante muy fino, debido a su alta viscosidad aún a altas temperaturas. El tártago es un cultivo de renta para los productores y ayuda a la economía familiar al obtener ingresos adicionales durante casi todo el año, dando ocupación a la mano de obra familiar y permite el mejor aprovechamiento de la finca. Este rubro, ofrece algunas ventajas por que no es muy exigente con relación a la fertilidad del suelo, es fácil su cosecha, la trilla y el almacenamiento.

Los objetivos de este estudio son: (1) Conocer los abonos verdes que mejor se pueden asociar con el cultivo de tártago; (2) Evaluar el rendimiento del cultivo de Tártago asociado con diferentes abonos verdes; (4) Medir la masa foliar del abono verde.

El delineamiento experimental utilizado fue el diseño bloques al azar con 7 tratamientos y tres repeticiones y la unidad parcelaria consta de 5 hileras con 4 metros de largo. Se utilizó como material propagativo la variedad de Tártago IAC-226, con una distancia entre hileras 2,0 metros y 1,0 metros entre plantas. Las variables evaluadas fueron el rendimiento del cultivo de tártago y masa seca de los abonos verdes.

La asociación del cultivo del tártago con los diferentes abonos verdes fue de la siguiente manera:

- 1) Tártago con Mucuna Enana
- 2) Tártago con Crotalaria
- 3) Tártago con Dolicho
- 4) Tártago con Poroto Mungo
- 5) Tártago con Canavalia
- 6) Tártago con Mucuna Ceniza.
- 7) Tártago con Kumandá Yvyra-í.

Los resultados del rendimiento del cultivo de Tártago realizado en dos cosechas fueron los siguientes:

Tratamientos	Rendimiento Kg/ha
1. Tártago con Mucuna enana	1.090
2. Tártago con Crotalaria	1.167
3. Tártago con Dolicho	688
4. Tártago con Poroto mungo	923
5. Tártago con Canavalia	876
6. Tártago con Mucuna ceniza	1.151
7. Tártago con Kumandá yvyra-í	1.061

La cantidad de masa seca de los abonos verdes por tratamiento, expresados en toneladas por hectárea, se presenta en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Cantidad de masa seca tn/ha.
1. Mucuna enana	19,5
2. Crotalaria	16,5
3. Dolicho	12,6
4. Poroto mungo	12,0
5. Canavalia	19,6
6. Mucuna ceniza	10,0
7. Kumandá yvyra-í	15,6



Foto: Asociación de abono verde de verano con Tártago, en la PDE de J-Green.

- Los mejores rendimientos de tártago corresponden a las parcelas asociadas con crotalaria, mucuna ceniza, mucuna enana y el Kumandá yvyra'í.
- La masa seca de los abonos verdes canavalia y mucuna enana son mejores en toneladas por hectáreas comparado con los demás abonos verdes.
- Los abonos verdes mejora la producción de un cultivo dentro del lapso de tiempo del mismo año de implantación debido a la buena cobertura que ofrece al suelo y la provisión de nutrientes como el nitrógeno.

3.4. Evaluación de Abonos Verdes de Invierno

3.4.1. Evaluación de seis variedades de abonos verdes de Invierno

En nuestro país se cuenta con numerosas especies de abonos verdes de invierno, que se cultivan para lograr la cobertura del suelo, reducir la erosión, mejorar las características físicas químicas y biológicas del suelo y disminuir la infestación de malezas y plagas. Por lo tanto es de suma importancia evaluar el comportamiento de las especies y/o variedades de abonos verdes más utilizado en nuestro país.

Los objetivos de este estudio son: (1) Determinar la cantidad de masa seca de seis abonos verde de invierno; (2) Evaluar la cobertura vegetal al suelo a de los diferentes abonos verdes al final del ciclo; (3) Evaluar la adaptación, ciclo de cultivo de las principales especies y/o variedades de abonos verdes de invierno. El delineamiento experimental utilizado fue diseño Bloques al Azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones.

Los abonos verdes de invierno evaluados son los siguientes:

- 1) Lupino Blanco (*Lupinus albus*)
- 2) Avena Negra (*Avena strigosa*)
- 3) Azevén (*Lolium multiflorum*)
- 4) Nabo forrajero (*Raphanus sativus*)
- 5) Cártamo (*Carthamus tinctorus*)
- 6) Arveja Forrajera (*Pisum sativum*)

La evaluación de la masa seca se hizo por muestreo de un metro cuadrado por parcela y para el control de malezas se evaluó la superficie de 0,5 metro cuadrado de cada unidad experimental. Fueron evaluadas cantidad de materia seca de cada especie de abonos verdes; el nivel de cobertura del suelo en el momento del grano lechoso y elntrol de malezas, cuantificando la cantidad de malezas por hectárea.

Los Resultados del promedio de masa seca por ha., la cobertura en porcentaje y la cantidad de malezas por hectárea se presentan en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Masa seca Cobertura		Cant. de Malezas por ha.
	kgr/ha	en %	
1. Avena Negra	2.331	79,8	133.333
2. Azevén	1.323	78,6	146.266
3. Lupino Blanco	2.423	45,2	360.000
4. Nabo Forrajero	4.282	100,0	193.334
5. Cártamo	239	12,0	600.000
6. Arveja Forrajera	885	40,2	633.334

El nabo forrajero produce la mayor cantidad de masa seca y la mejor cobertura del suelo y la avena negra es la que mejor controla las malezas



Evaluación de abono verde de invierno, Parcela D. Experimental de J-Green.

Los abonos verdes de invierno pueden ser utilizados por los pequeños productores en su finca, como una práctica efectiva para el manejo y la recuperación de los suelos degradados.

- ***El Nabo Forrajero es el abono verde que proporciona mayor cantidad de masa seca y cobertura al suelo.***
- ***El Lupino también proporciona buena cantidad de masa seca pero presenta poca cobertura al suelo.***
- ***La Avena Negra es la que presenta mejor cobertura, suficiente masa seca y excelente control de las malezas.***

3.4.2 Consorciación de abonos verdes de Invierno

La consorciación o combinación de abonos verdes durante el invierno, cuando quedan las parcelas en barbecho, es de suma importancia para contar con abundante biomasa, además de suprimir la presencia de malezas y controlar la erosión. Con la consorciación de los abonos verdes también se logra mejorar los agregados y estructuración del suelo y consecuentemente la infiltración del mismo, con efecto muy positivo para la recuperación del suelo degradado.

Los objetivos la consorciación de los abonos verdes son: (1) Evaluar la producción de masa seca de las diferentes consorciaciones de abonos verdes de invierno para determinar la mejor combinación; (2) Determinar la combinación de abonos verdes de invierno que presente mejor respuesta a la tasa de infiltración.

El delineamiento experimental para este estudio: (1) Diseño bloques al azar; (2) Con 6 tratamientos y tres repeticiones; (3) Parcelas de 4 m. de ancho por 5 m. de largo.

Los tratamientos son las siguientes:

- 1) Avena Negra más Lupino Blanco
- 2) Avena Negra más Nabo Forrajero
- 3) Azevén más Lupino Blanco
- 4) Azevén más Nabo forrajero
- 5) Avena Negra más Lupino Blanco más Nabo Forrajero
- 6) Azevén más Lupino Blanco más Nabo Forrajero.

La evaluación de la masa seca se hizo por muestreo de cada parcela y para medir la tasa de infiltración se realizó con equipo e instrumento de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

Fueron evaluados: (1) Cantidad de materia seca de las diferentes combinaciones; (2) Tasa de infiltración de agua con la consorciación de diferentes abonos verdes de invierno.

El resultado de la producción de materia seca por ha. en la diferentes combinaciones de abonos verdes de invierno se presenta el siguiente cuadro:

Tratamientos	Materia seca Kg/ha.
1. Avena Negra + Lupino Blanco	4.242
2. Avena Negra + Nabo Forrajero	3.900
3. Azeven + Lupino Blanco	4.379
4. Azeven + Nabo Forrajero	4.397
5. Avena Negra + Lupino Blanco + Nabo Forrajero	4.283
6. Azeven+ Lupino Blanco + Nabo Forrajero	4.496

Los resultados de la tasa de infiltración de agua en el suelo con la consorciación de abonos verdes de invierno está en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Tasa de infiltración en mm/hora
1. Avena Negra + Lupino Blanco	27,5
2. Avena Negra + Nabo Forrajero	34,3
3. Azeven + Lupino Blanco	27,7
4. Azeven + Nabo Forrajero	25,0
5. Avena Negra + Lupino Blanco + Nabo Forrajero	29,6
6. Azeven+ Lupino Blanco + Nabo Forrajero	27,1

Conforme a los cuadros precedentes:

- (1) La que produce mayor cantidad de materia seca es la combinación de Azeven con Lupino y Nabo Forrajero con 4.496 kg/ha;
- (2) La tasa de infiltración de las consorciaciones de abonos verdes de invierno se encuentra entre 27 y 34 mm por hora, siendo la combinación de Avena Negra con Nabo Forrajero la que presenta mayor tasa de infiltración con 34,3 mm por hora.



Cosorciación de abonos verdes de invierno, Parcela D. Experimental de J-Green.

- ***Las consorciaciones de abonos verdes de invierno producen muy buena cantidad de materia seca y excelente cobertura.***
- ***La mezcla de avena negra y nabo forrajero es la que permite obtener mayor tasa de infiltración de agua en el suelo, logrando menor pérdida de agua de lluvia de escorrentía y disminuye la posibilidad de erosión.***

3.5. Fertilización Química y Orgánica de Algodón, Maíz y Mandioca

En la zona de implementación del Proyecto J-Green, los principales rubros de renta y autoconsumo de los pequeños productores constituyen los cultivos del Algodón, el Maíz y la Mandioca, que presentan rendimientos por hectárea sumamente bajo, debido al suelo muy degradado y niveles de fertilidad muy baja.

Por lo tanto es necesario obtener informaciones de las alternativas para mejorar la fertilidad del suelo para aumentar el rendimiento de los cultivos del algodón, el maíz y la mandioca, lo que se puede lograr a través de la fertilización química y la utilización de los compuestos orgánicos disponibles en la zona, como el estiércol vacuno y la cascarilla de coco.

Los objetivos de realizar estudios en la fertilización son:

- (1) Evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica sobre el rendimiento de los cultivos de Algodón, Maíz y Mandioca;
- (2) Analizar la factibilidad técnica y económica de adopción de esta práctica por el pequeño productor;
- (3) Verificar la recuperación química del suelo con el uso de los fertilizantes.

El delineamiento experimental utilizado para realizar estos estudios fueron, diseño bloques al azar; con seis tratamientos y tres repeticiones.

Los tratamientos para la fertilización fueron los siguientes:

- 1) Testigo (sin fertilización)
- 2) Fertilización química 60–60–50 kg/ha (Nitrógeno, Fósforo y Potasio)
- 3) Estiércol de bovino a razón de 30 tn/ha.
- 4) Cascarilla de a razón de coco 45 tn/ha.
- 5) 50 % de fertilizante químico más 50 % estiércol de bovino.
- 6) 50 % de fertilizante químico más 50 % cascarilla de coco.

Las variedades utilizadas fueron: Algodón la IAN-338, Maíz la Guaraní V-312 (Karapé pytá) y en Mandioca la Variedad Cano.

La aplicación del fertilizante se realizó en el momento de la siembra, y a los 45 días se aplicó la segunda dosis de urea. Los cuidados culturales de limpieza y sanitación se realizaron conforme a las necesidades. La cosecha se realizó en forma manual.

En este estudio se evaluaron el efecto de la fertilización química y orgánica de cada cultivo de algodón, maíz y la mandioca, con relación al rendimiento del cultivo; Factibilidad económica y la recuperación química del suelo.

3.5.1. Resultado de la fertilización en el cultivo de Algodón

El rendimiento del cultivo de algodón, se presenta en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Rendimiento kg/ha
1) Testigo (sin tratamiento)	1.569
2) Fertilización química 60-60-50 kg/ha	1.500
3) Estiércol bovino 30 tn/ha	1.843
4) Cascarilla de coco 45 tn/ha	2.078
5) 50% Fert. químico + 50 % Estiércol de bovino	1.734
6) 50% Fert. químico + 50 % Cascarilla de coco	1.953

Con este estudio, la fertilización realizada con la cascarilla de coco aplicando a razón de 45 tn/ha es la que presentó mayor rendimiento con una producción de 2.078 kg/ha.

La factibilidad económica del uso de los fertilizantes se deduce del análisis entre el costo y el ingreso y el resultado se presenta en el siguiente cuadro:

Tratamiento	Costo Fertiliz. Gs/ha	Rend. Cultivo kg/ha	Precio Algodón Gs/kg	Ingreso Bruto Gs/ha	Ingreso Neto Gs/ha
1. Testigo	0	1.569	1.700	2.667.749	2.667.749
2. Fert. Química	901.000	1.500	1.700	2.549.315	1.648.315
3. Est. Bovino	600.000	1.843	1.700	3.132.581	2.532.581
4. Casc. Coco	675.000	2.078	1.700	3.532.797	2.857.797
5. FQ + E. Bovino	750.500	1.734	1.700	2.948.532	2.198.032
6. FQ + C. Coco	788.000	1.953	1.700	3.320.714	2.532.714



Estudio de fertilización en algodón, Parcela D. Experimental Proyecto J-Green

- En la fertilización química y orgánica del cultivo del algodón, el mayor rendimiento agronómico se obtiene aplicando cascarilla de coco;
- Con el análisis de factibilidad económica utilizando los fertilizantes, el mayor margen de ganancia se tienen con el uso de cascarilla de coco y;
- En suelo muy degradado, la recuperación más efectiva de la fertilidad se logra utilizando abonos orgánicos, como la cascarilla de coco y estiércol de bovino.

3.5.2. Resultado de la fertilización en el cultivo de Maíz

El rendimiento del cultivo de Maíz se presenta en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Rendimiento kg/ha
1) Testigo (sin tratamiento)	2.323
2) Fertilización química 60-60-40 kg/ha	2.605
3) Estiércol bovino 30 tn/ha	2.634
4) Cascarilla de coco 45 tn/ha	3.092
5) 50% Fert. químico + 50 % Estiércol de bovino	2.995
6) 50% Fert. químico + 50 % Cascarilla de coco	2.940

La factibilidad económica del uso de los fertilizantes en maíz, se deduce del análisis entre el costo y el ingreso por tratamiento:

Tratamiento	Costo del Fertilizante Gs/ha	Rend. cultivo kg/ha	Precio Maíz Gs/kg	Ingreso Bruto Gs/ha	Ingreso Neto Gs/ha
1) Testigo	0	2.323	850	1.974.550	1.974.550
2) F. Química	901.000	2.605	850	2.214.250	1.354.050
3) Est. Bovino	600.000	2.634	850	2.238.900	1.638.900
4) Casc. Coco	675.000	3.092	850	2.658.200	1.953.200
5) FQ + E. Bovino	730.100	2.995	850	2.545.750	1.815.650
6) FQ + C. Coco	767.600	2.940	850	2.499.000	1.731.400

La recuperación química del suelo, el mayor contenido de materia orgánica y macro-elementos se logra con la aplicación de estiércol bovino, de acuerdo al análisis.



Estudio de fertilización en Maíz, Parcela Demostrativa Experimental de J-Green.

Con la fertilización química y orgánica del cultivo de maíz se puede deducir:

- El mayor rendimiento agronómico se obtuvo aplicando de 45 toneladas por hectárea de cascarilla de coco.
- En el análisis de factibilidad económica, el uso de fertilizantes tanto químico como orgánico no presentaron mayor margen de ganancia.
- En suelos muy degradados, la recuperación más efectiva de la fertilidad se logra utilizando abonos orgánicos, como la cascarilla de coco y estiércol de bovino, que además mejora la estructura del suelo.

3.5.3. Resultado de la fertilización en el cultivo de la Mandioca

El rendimiento promedio por hectárea del cultivo de la mandioca de los diferentes tratamientos y el porcentaje de incremento con relación al testigo, se presenta en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Rend. kg/ha	Incremento %
1. Testigo (sin tratamiento)	4.444	0
2. Fertilización química 60-40-30 kg/ha	6.268	41
3. Estiércol bovino 30 tn/ha	6.269	41
4. Cascarilla de coco 45 tn/ha	7.460	67
5. 50% Fert. químico + 50 % Estiércol de bovino	8.968	101
6. 50% Fert. químico + 50 % Cascarilla de coco	9.444	112

La factibilidad económica del uso de los fertilizantes se deduce del análisis entre el costo y el ingreso por tratamiento, conforme al siguiente cuadro:

Tratamiento	Costo del Fertilizante Gs/ha	Rendimiento del cultivo kg/ha	Precio Mandioca Gs/kg	Ingreso Bruto Gs/ha	Ingreso Neto Gs/ha
1. Testigo	0	4.444	377	1.675.639	1.675.639
2. F. Q. 50-40-30	644.720	6.268	377	2.363.287	1.718.567
3. Est. Bobino	600.000	6.269	377	2.363.664	1.763.664
4. Casc. Coco	675.000	7.460	377	2.812.546	2.137.546
5. FQ + E.bovino	622.360	8.968	377	3.381.062	2.758.702
6. FQ + C. Coco	659.944	9.444	377	3.560.514	2.900.654

La recuperación química del suelo, determinada a través de análisis de suelo, se verificó que el mayor contenido de materia orgánica y macro-elementos se logra aplicando estiércol y cascarilla de coco, seguidos de los tratamientos donde se mezclaron fertilizantes químicos con orgánicos.



Foto: Estudio de fertilización en Mandioca, Parcela D. Experimental de J-Green.

De la fertilización química y orgánica del cultivo de la mandioca se deduce:

- El mayor rendimiento se obtien aplicando 25-20-15 kg/ha de fertilizantes (N:P:K) más 22,5 Tn/ha de cascarilla de coco, con incremento del 112 %.
- Del análisis económico se deduce que usando la mitad de fertilizante químico y cascarilla de coco, se logra mayor margen de ganancia.
- La recuperación más efectiva de la fertilidad del suelo, se logra utilizando los abonos orgánicos (cascarilla de coco y estiércol de bovino) combinado con fertilizante químico.

3.6. Rotación de cultivos y la fertilización

El algodón es uno de los rubros de renta de mayor importancia socio-económica del país, porque involucra y utiliza la mano de obra de muchas familias, desde la siembra hasta la cosecha. El cultivo maíz es de mucha importancia para el consumo familiar y es el cereal más importante para la seguridad alimentaria.

Para incrementar el rendimiento de los cultivos de algodón y maíz, además de la del uso de los fertilizantes químicos y orgánicos (cascarilla de coco y estiércol vacuno), es necesario establecer un sistema de rotación de estos cultivos. Por lo tanto se debe buscar alternativas para el aumento del rendimiento de estos cultivos y al mismo tiempo procurar para la recuperación del suelo mediante el uso de fertilizantes y la rotación de cultivos.

3.6.1. Resultados de la fertilización en Algodón en rotación después del cultivo de maíz

El rendimiento del cultivo de algodón en Kg. ha⁻¹ de la variedad IAN 425 se presenta en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Rendimiento (Kg ha ⁻¹)
1. Testigo	1.320
2. Fertilización química 60-60-50	1.101
3. Estiércol bovino (20 tn/ha)	1.507
4. Cascarilla de coco (30 tn/ha)	1.613
5. 50 % Fertilizante Químico + 50 % Estiércol bovino	1.535
6. 50 % Fertilizante químico + 50 % Casc. de coco	1.598

Los mejores rendimientos del algodón se obtuvieron con la aplicación de cascarilla de coco, solo o combinado con fertilizante químico, con 30 t. ha⁻¹ de cascarilla de coco se tuvo un rendimiento de 1.613 kg. ha⁻¹.

Con la aplicación de 50% de cascarilla de coco + 50% de fertilizante químico se tiene un rendimiento de 1.598 Kg. ha⁻¹.



Rotación de Algodón después de maíz con Fertilización, PDE de J-Green.

Con este estudio se realizó el análisis económico, es resultado se presenta en el siguiente cuadro:

Tratamiento	Costo del fertilizante Gs. kg ⁻¹	Rend. Kg. ha ⁻¹	Precio Gs/ha	Ingreso Bruto Gs/ha	Ingreso – fertilizante Gs. ha ⁻¹
1. Testigo	0	1320	1850	2.443.313	2.443.313
2. Fert. Qui. 60-60-50	901.000	1101	1850	2.038.293	1.137.293
3. Estiércol bovino	400.000	1507	1850	2.788.542	2.388.542
4. Cascarilla de coco	450.000	1613	1850	2.984.364	2.534.364
5. 50 % Fert. Quím./ 50 % Estiercol bov.	650.500	1535	1850	2.840.342	2.189.842
6. 50 % fert quím / 50% casc. De coco	675.500	1598	1850	2.957.687	2.282.187

La cascarilla de coco se logra el mejor rendimiento agronómico y económico, con un ingreso neto de 2.534.364 gs. Con las mezclas de fertilizantes químicos y orgánicos, el estiércol vacuno tuvo ingreso inferior al testigo. La aplicación de fertilizante químico es el menos factible desde el punto de vista económico.

Otro aspecto importante es la recuperación química del suelo, que se determina con el análisis del suelo. En la siguiente tabla se puede observar el efecto de los diferentes fertilizantes.

Tratamiento	pH	Mat.O %	P Ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +H ⁺
				 cmol/kg .				
1. Testigo	5,8	0,31	9,18	0,71	0,14	0,06	0,01	0,00
2. Fet. Químico	6,1	0,40	17,2	0,83	0,16	0,11	0,01	0,00
3. Estiércol bov.	6,0	0,57	17,3	0,90	0,67	0,09	0,01	0,00
4. Casc. de coco	6,0	0,45	13,7	0,69	0,44	0,11	0,01	0,00
5. F Quim + E bov	5,7	0,31	21,8	0,61	0,17	0,08	0,01	0,00
6. F. Quim. + C. c	6,0	0,45	18,7	0,72	0,25	0,11	0,01	0,00

La materia orgánica de todos los tratamientos presentan valores superiores al testigo. También el fósforo tuvo un ligero aumento en relación al testigo en todos los tratamientos. El potasio presenta valores bajos en todos los tratamientos aunque superiores al testigo.

- **La utilización de la cascarilla de coco en el cultivo de algodón mejora las características edafológicas, y mantiene la humedad por periodo más largo**
- **La desventaja que presenta la cascarilla de coco es su incidencia negativa en la germinación, cuando se aplica poco días antes de la siembra.**
- **Cada vez hay mayor demanda para la utilización de la cascarilla de coco, incrementado su precio.**

3.6.2. Resultados de la fertilización en Maíz en rotación después de algodón

El rendimiento con la aplicación de los diferentes fertilizantes en el cultivo de maíz en rotación con algodón y abono verdes de invierno, se observa en el siguiente cuadro:

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO
	Kg ha ⁻¹
1. Testigo (sin fertilización)	2.323
2. Fertilización química: 60-60-40	2.605
3. Estiércol bovino 20 tn/ha	2.634
4. Cascarilla de coco 30 tn/ha	3.092
5. 50 % fertilizante químico + 50 % Estiércol bovino	2.995
6. 50 % fertilizante químico + 50 % cascarilla de coco	2.940

El mayor rendimiento de maíz ocurrió con la aplicación de 30 t. ha⁻¹ de cascarilla de coco, con una producción 3.092 Kg. ha⁻¹ de algodón en rama, de similar a la mezcla de fertilizante químico con estiércol bovino y con cascarilla de coco. En contraste, el tratamiento con menor rendimiento fue testigo con producción de 2.323 Kg. ha⁻¹.



Rotación de Maíz y la Fertilización, Parcela Demostrativa Experimental de J-Green.

El análisis económico de la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos en el cultivo de maíz, en rotación a algodón con abonos verdes de invierno se presenta en el siguiente cuadro:

Tratamiento	Costo del Fertilizante Gs/ha	Rend. Kg/ha	Precio Maíz Gs.	Ingreso Bruto Gs/ha	Ingreso Neto Gs/ha
1. Testigo sin fertilización	0	2323	850	1.974.550	1.974.550
2. Fert. Química 60-60-40	860.200	2605	850	2.214.250	1.354.050
3. Estiércol bovino 20 tn/ha	600.000	2634	850	2.238.900	1.638.900
4. Cascarilla de coco 30 tn/ha	675.000	3092	850	2.628.200	1.953.200
5. 50 % F. Q. + 50 % E. Bovino	730.100	2995	850	2.545.750	1.815.650
6. 50 % F. Q. + 50 % C. coco	767.600	2940	850	2.499.000	1.731.400

Desde el punto de vista económico, el testigo resulta ser el mejor tratamiento, sin embargo la ganancia estaría en la recuperación química del suelo, especialmente aplicando cascarilla de coco. El tratamiento con fertilizante químico presenta el de menor factibilidad económica por el elevado costo de estos fertilizantes.

La recuperación química del suelo se determina con el análisis del suelo, que se puede observar en la siguiente tabla, el efecto de los diferentes fertilizantes:

Tratamiento	pH	M. O. %	P ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +H ⁺ cmol _c /kg .
1. Testigo	6,2	0,4	4,5	1,54	0,36	0,09	0,0	0,0
2. Fet. Químico	6,2	0,3	7,9	1,69	0,40	0,10	0,0	0,0
3. Estiércol bovino	5,9	0,1	9,0	1,28	0,45	0,11	0,0	0,0
4. Casc. de coco	6,2	0,2	5,6	1,19	0,43	0,10	0,0	0,0
5. F Quim. + E. bov	5,9	0,5	9,6	1,87	0,43	0,10	0,0	0,0
6. F. Quim. + C. c.	5,9	0,5	3,9	1,30	0,47	0,13	0,0	0,0

Los niveles de la materia orgánica más alto se obtuvieron con la mezcla de fertilizantes. El fósforo tuvo un leve aumento en relación al testigo, en todos los tratamientos con fertilizantes sea químico u orgánico. El potasio presentó muy poca variación.

- Desde el punto de recuperación química del suelo con estiércol bovino se logra mejor resultado, seguido de la aplicación de fertilizante químico más fertilizante orgánico.
- Es importante la recuperación de la fertilidad del suelo en respuesta a la aplicación de los compuestos orgánicos y se logra a corto plazo.

3.7. Asociación de cultivos y el Índice de Equivalencia de la Tierra (IET)

Dentro de los sistemas productivos, la asociación de los cultivos es una práctica que consiste en la siembra de dos o más rubros en forma intercalada en un área determinada. Con los cultivos asociados se busca aumentar la cantidad de productos cosechados por unidad de superficie, a fin de incrementar el ingreso familiar aprovechando mejor los recursos productivos, en función de los requerimientos particulares de cada una de las especies asociadas.

La asociación de cultivos con leguminosas, específicamente el poroto, puede ser una alternativa importante para mejorar la eficiencia en la producción de los suelos degradados. Esta es una práctica que consiste en la siembra en forma intercalada en un área determinada del cultivo principal como el algodón o el maíz, que posteriormente se asocia con el poroto. La asociación de maíz y poroto, es una práctica común entre los pequeños productores, con el propósito de diversificar su producción para atender las necesidades básicas de alimentación de la familia. También un rubro de renta como el algodón se suele asociar con el poroto, a fin de lograr ingreso económico al mismo tiempo de disponer de rubro para consumo.

Para conocer la efectividad de la asociación de maíz y algodón con el cultivo de poroto, se realiza el estudio denominado “Evaluación del Índice de Equivalencia de la Tierra (IET) en cultivos asociados”

Este estudio se realizó con el propósito de medir el Índice de Equivalencia de la Tierra (IET) o sea el uso eficiente de la finca con los dos cultivos más tradicionales el maíz y el algodón, asociando con el cultivo de poroto, a los efectos de determinar mayor eficiencia en la pequeña finca campesina, a través de un sistema productivo diversificado y sostenido.

Los objetivos de este estudio fueron los siguientes:

- (1) Determinar el IET con la asociación de los cultivos de maíz y poroto;
- (2) Determinar el IET con la asociación de los cultivos de algodón y poroto;
- (3) Evaluar el rendimiento de cada uno de los cultivos en asociación y en monocultivo, para identificar el tratamiento con mejores resultados.

Para el presente estudio se utilizaron Maíz de la variedad karapé pytá, Algodón de la variedad IAN – 125 y Poroto de la variedad Pytâ-í. Los cuidados culturales se realizaron en forma manual conforme a las necesidades. Las cosechas se realizaron al finalizar el ciclo de cada especie, evaluando el área útil correspondiente a cada unidad experimental.

El delineamiento experimental fue: (1) Diseño Bloque Completamente al Azar; (2) Con 5 tratamientos y 3 repeticiones; (3) Cada unidad parcelaria con 4 m. de ancho y 4 m. de largo.

Para la evaluación de los tratamientos con asociación, se calcularon para cada una de ellas, el Índice de Equivalencia de la Tierra (IET), este índice cuantifica el número

de hectáreas necesario para que las producciones de los monocultivos se igualen al de una hectárea, de los mismos cultivos en asociación y se midió el rendimiento de ambos cultivos en cada parcela y luego se calculó el IET, utilizando los rendimientos promedios de cada tratamiento.

Las variables que fueron evaluadas son:

- (1) Rendimiento de cada uno de los cultivos y
- (2) Índice de Equivalencia de la tierra (IET) para la asociación de cultivos.

3.7.1. Asociación de Maíz y Poroto y el Índice de Evaluación de la Tierra (IET)

Para este estudio fueron utilizados los siguientes tratamientos:

- 1) Maíz solo, con densidad de 1 m. entre hileras y 0,5 m. entre plantas.
- 2) Poroto solo, con densidad de 0,7 m. entre hileras y 0,35 m. entre plantas.
- 3) Maíz + Poroto (con una hilera de poroto)
- 4) Maíz + Poroto (con dos hileras de poroto)
- 5) Maíz + Poroto (3 hileras de poroto, 1 hilera de poroto en la hilera de maíz).

Con los rendimientos promedios se aplicó la siguiente fórmula:

$$IET = \frac{Am}{Mm} + \frac{Ap}{Mp}$$

En donde:

Am = Cultivo de maíz asociado

Mm = Monocultivo de maíz

Ap = Cultivo de poroto asociado

MP = Monocultivo de poroto.

El rendimiento de cada uno de los cultivos en monocultivo y asociados y el IET se presentan en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Cultivo de Maíz Rend. kg/ha	Cultivo de Poroto Rend. kg/ha	IET
1. Maíz solo	482		
2. Poroto solo		698	
3. Maíz + 1 hilera de poroto	594	260	1,6
4. Maíz + 2 hileras de poroto	430	606	1,7
5. Maíz + 3 hileras de poroto	673	1209	3,0

Al evaluar el IET se puede observar que la asociación de maíz con el poroto tiene un efecto positivo, por que todos son superiores a uno, lo que indica que fueron eficientes en la producción de cada cultivo, lo cual indica que la eficiencia de la tierra ha mejorado con la mejor utilización del espacio físico.

El monocultivo el maíz tiene un rendimiento de 482 kg/ha y el poroto 698 kg/ha. Sin embargo cuando se asocian los rendimientos mejoraron por lo tanto esta asociación de cultivo es muy favorable.



Asociación de cultivo de Maíz con el cultivo de Poroto, PDE de Proyecto J-Green

Mediante la utilización del Índice de Equivalencia de la Tierra se puede deducir:

- ***En la asociación de maíz y poroto, los mejores rendimientos de cada uno de estos cultivos se obtienen aumentando las cantidad de hileras de poroto que se siembra entre el maíz (673 kg/ha de maíz y 1.209 kg/ha de poroto), al sembrar 3 hileras de poroto (dos en la melga y una hilera de poroto en la misma hilera de maíz).***
- ***Con la asociación de cultivos, maíz con poroto puede proporcionar mayor beneficio económico y para la seguridad alimentaria del pequeño agricultor, que realizando monocultivo de estos dos rubros.***
- ***Los pequeños productores generalmente disponen de poco terreno, por lo tanto una alternativa importante sería realizar la siembra asociando de maíz con poroto, además con esta combinación se puede lograr una producción sostenida en el proceso de la recuperación de su suelo degradado.***

3.7.2. Asociación de Algodón y Poroto y el Índice de Equivalencia de la Tierra (IET)

Para realizar este estudio se utilizaron los siguientes tratamientos:

- 1) Algodón en monocultivo, con 0,80 m entre hileras y 0,35 m. entre plantas.
- 2) Poroto en monocultivo, con 0,7 m. entre hileras y 0,35 m. entre plantas.
- 3) Algodón + Poroto, con una hilera de poroto entre las hileras de algodón.
- 4) Algodón + Poroto, con dos hileras de poroto entre las hileras de algodón.
- 5) Algodón + Poroto, con tres hileras de poroto (dos hileras en la melga y una hilera de poroto en la hilera del algodón).

Para la evaluación se mide el rendimiento de ambos cultivos en cada parcela y luego se calcula el IET, utilizando los rendimientos promedios de cada tratamiento, utilizando la siguiente fórmula:

$$IET = \frac{CA}{MA} + \frac{CP}{MP}$$

En donde:

CA = Productividad del cultivo de algodón asociado

CP = Productividad del cultivo de poroto asociado

MA = Productividad de Algodón en monocultivo.

MP = Productividad de poroto en monocultivo.

Los resultados de rendimientos de cada uno de los cultivos en monocultivo y asociados y el IET se presentan en el siguiente cuadro:

Tratamientos	Cult. de Algodón Rend. kg/ha	Cult. de Poroto Rend. kg/ha	IET
1. Algodón solo	1.096		
2. Poroto solo		1.214	
3. Algodón + 1 hilera de poroto	638	756	0,97
4. Algodón + 2 hileras de poroto	317	743	0,67
5. Algodón + 3 hileras de poroto	257	845	0,67

Al evaluar el IET se puede observar que la asociación de algodón con el poroto tiene un efecto negativo, por que los valores del IET son inferiores a la unidad, lo que indica que el sistema de asociación de estos dos cultivos presenta una disminución en la producción de cada cultivo, por lo tanto la eficiencia de la tierra ha bajado al tratar de aprovechar mejor la tierra o espacio físico, por que cuanto más plantas por hectárea se obtiene menor producción.

El monocultivo de algodón tiene un rendimiento de 1.096 kg/ha y el poroto 1.214 kg/ha. Pero cuando se asocian estos dos cultivos los rendimientos disminuyen considerablemente por lo tanto la asociación de algodón y poroto afecta negativamente a la producción.



Foto: Asociación de cultivo de Algodón con el cultivo de Poroto, PDE de Proyecto J-Green

Con la asociación del cultivo de Algodón y Poroto a través del Índice de Equivalencia de la Tierra (IET) se puede deducir los siguientes:

- 1) Con la asociación del cultivo de algodón con el poroto el IET es inferior a la unidad, por lo tanto, el pequeño productor de algodón no le conviene sembrar estos dos rubros en forma asociada.**
- 2) El mejor rendimiento de algodón (1.096 kg/ha) y de poroto (1.214 kg/ha) se logra en monocultivo. Sin embargo el rendimiento del algodón disminuye considerablemente en la medida que se incluye mayor densidad de poroto al realizar la asociación de estos dos cultivos.**
- 3) El IET permite demostrar que, si siembra poroto a los 45 días después de la siembra de algodón los beneficios económicos que puede percibir el productor puede disminuir considerablemente.**
- 4) Este estudio permite demostrar que no todos los cultivos asociados pueden ser ventajoso en la finca del pequeño agricultor, por que cada especie o rubros presentan diferentes comportamientos en monocultivo o asociado con otro.**

CAPÍTULO 4

Diversificación de la producción: Agrícola, Pecuaria y Forestal

El área de implementación del “Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo basado en la Conservación del Suelo”, se caracteriza por el sistema tradicional de producción de la finca campesina, siendo el monocultivo del algodón como principal cultivo de renta y los cultivos de maíz, mandioca y poroto como los principales rubros de autoconsumo.

Por lo tanto una de las causas de la degradación de los suelos constituye el sistema tradicional de producción que implementan los productores en sus fincas, entre estas prácticas la de mayor incidencia constituye la falta de rotación de cultivo y el sobre pastoreo invernal en las parcelas destinadas para el cultivo.

Las opciones tecnológicas a ser validadas deben ajustarse a los sistemas agrícolas predominantes, las condiciones socio-económicas del productor, la utilización de los recursos naturales para la producción: agrícola, pecuaria y forestal.

La mayoría de los pequeños agricultores no tienen en cuenta a los recursos forestales como rubros de producción, inclusive es escasa la plantación de frutales o cultivos permanentes, para aprovechar las áreas de mayor pendiente o parcelas abandonadas por degradación. Tampoco se toman las medidas para la regeneración natural de las especies nativas, a pesar de la escasez de árbol para madera o leña.

4.1. Diversificación con la producción agrícola

Los agricultores pueden incluir en sus sistemas productivos varios rubros agrícolas, tanto para el consumo familiar como de renta a los efectos de mejorar sustancialmente la seguridad alimentaria y los ingresos para la familia.

En la Parcela Demostrativa Experimental, se realizaron estudios para evaluar el comportamiento de las variedades de Maní, Sésamo, Soja y Poroto, a fin de determinar, la mejor variedad que pueda ser utilizados por los pequeños productores.

Los objetivos de realizar la evaluación de variedades son:

- (1) Determinar el rendimiento por hectárea de las principales variedades de cada cultivo;
- (2)
- (3) Observar el desarrollo vegetativo de las diferentes variedades.

El delineamiento experimental utilizado es el Diseño Bloques al Azar, con número de tratamiento igual al número de variedades, en tres repeticiones.

4.1.1. Evaluación de Variedades de Maní (*Arachis hipogea*)

Los pequeños productores de nuestro país cultivan maní principalmente para el autoconsumo y eventualmente si disponen de excedentes para comercializar en el mercado local. El maní es un rubro muy importante para la seguridad alimentaria de los campesinos, entre las variedades más cultivada se tienen el negrito, colorado, blanco grande, negro grande, que son los más suave para el consumo en forma natural. Debido a los bajos rendimientos de las variedades tradicionales existe poco interés por este rubro, por lo tanto es de suma importancia evaluar el comportamiento y las bondades de las nuevas variedades del maní, a fin de que se pueda incorporar en el sistema productivo de los pequeños productores.

Las variedades de Maní evaluado en este estudio son:

- 7) Variedad TJ 21 (rastrera de ciclo largo)
- 8) Variedad Florman (rastrera de ciclo largo)
- 9) Variedad Guaicurú ó Ava (rastrera de ciclo largo)
- 10) Variedad Negrito (erecto de ciclo corto)
- 11) Variedad Pytã'i (erecto de ciclo corto)

En este estudio se evaluaron: (1) El rendimiento del maní con cáscara; y (2) El rendimiento del maní sin cáscara.

- 1) El rendimiento por ha. del maní con cáscara se presenta a continuación:

Tratamientos	Rendimiento con cáscara kg/ha
1. Variedad TJ-21	2.077
2. Variedad Florman	2.052
3. Variedad Guaicurú o Ava	1.371
4. Variedad Negrito	2.238
5. Variedad Pita'i	2.405

Conforme a este resultado la variedad Pytã'i es la que presenta mayor rendimiento por hectárea con 2.405 kg/ha de maní con cáscara.

- 2) El rendimiento por ha. del maní sin cáscara se presenta a continuación:

Tratamientos	Rendimiento sin cáscara kg/ha
1. Variedad TJ-21	1.205
2. Variedad Florman	1.386
3. Variedad Guaicurú o Ava	767
4. Variedad Negrito	1.490
5. Variedad Pita'i	1.509

Se observa que la variedad Pytã'i es la que presenta mayor rendimiento por hectárea de maní sin cáscara con 1.509 kg/ha.



Foto: Estudio realizado en la Parcela Demostrativa Experimental, Proyecto J-Green

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir los siguientes:

- 1) La variedad de maní Pytã'i es la que presenta mayor rendimiento por hectárea, tanto con cáscara y como sin cáscara.***
- 2) La variedad Guaicurú de ciclo largo es la variedad que presentó menor rendimiento por hectárea, por que fue afectado por la sequ.***
- 3) Las variedades erecta de ciclo corto presentaron mejores rendimientos.***
- 4) El bajo rendimiento de las variedades rastreras de ciclo largo se debe a la prolongada sequía registrada durante los meses de febrero y marzo.***

4.1.2. Evaluación de Variedades de Sésamo (*Sesamum indicum*)

El sésamo es una oleaginosa con gran capacidad para adaptarse a las diferentes condiciones de suelo y clima, característica que favoreció su rápida difusión en nuestro país, constituyéndose en uno de los rubros alternativos para mejorar el ingreso de los pequeños productores. Un aspecto importante a ser considerada, es la adaptabilidad que pueden tener las diferentes variedades de sésamo al suelo degradado, que tiene directa relación con el rendimiento. Por lo tanto, es de suma importancia validar el comportamiento de las principales variedades difundida en nuestro país, para evaluar su comportamiento agronómico y fisiológico a las condiciones del suelo bastante degradado del Departamento de Paraguarí.

El sésamo cuenta actualmente con un mercado nacional creciente, convirtiéndose en un interesante rubro de renta para los pequeños productores, por lo tanto se debe buscar las variedades que mejor se adapta y las que presentan mayor rendimiento en la producción.

Los tratamientos para evaluar las variedades de sésamos:

- 1) Variedad Trébol
- 2) Variedad Escoba
- 3) Variedad Mbareté
- 4) Variedad Dorado

Los resultados del estudio realizados se presentan en los siguientes cuadros:

- 1) El ciclo vegetativo de las 4 variedades de sésamo:

Variedades	Fecha de siembra	Fecha de emergencia	Fecha de cosecha	Ciclo vegetativo
1. Dorado	20 / 10 / 2005	28 / 10 / 2005	08/02/2006	100 días
2. Escoba	20 / 10 / 2005	25 / 10 / 2005	14/03/2006	144 días
3. Mbareté	20 / 10 / 2005	25 / 10 / 2005	14/04/2006	164 días
4. Trébol	20 / 10 / 2005	25 / 10 / 2005	10/04/2006	170 días

- 2) El resultado del rendimiento de granos de las 4 variedades:

Variedades	Rendimiento Kg/ha
1. Dorado	756,4
2. Mbareté	957,6
3. Trébol	1.514,9
4. Escoba	1.532,7

Conforme a este resultado las variedades Trébol y Escoba son las que presentan mayor rendimiento por hectárea.



Foto: Evaluación de variedades de Sésamo, Parcela Demostrativa Experimental de J-Green

Los resultados obtenidos a realizar el estudio comparativo de las variedades de Sésamo son:

- 1) Con relación al ciclo: La variedad Dorado es de ciclo corto, la variedad Escoba mediano y las variedades Mbareté y Trébol son de ciclo más largo.**
- 2) Con relación al ataque de plagas, la variedad Dorado es la que presentó menor ataque de pulgón por la pubescencia que presenta.**
- 3) El sésamo sembrados en suelo degradado, las variedades Trébol y Escoba son significativamente superior de las variedades Dorado y Mbareté.**

4.1.3. Evaluación de variedades de Soja (*Glicine max*)

En nuestro país, la soja constituye la fuente de mayor ingreso de divisas del sector agrícola, y es producida principalmente en forma mecanizada. Sin embargo, los pequeños productores también pueden producir la soja como rubro destinado para el consumo familiar, de esa forma puede constituirse en un importante rubro para la seguridad alimentaria de los campesinos. En el país se han desarrollado y adaptado numerosas variedades de soja, pero están poco difundidas a nivel de los pequeños productores, a fin de que pueda ser incorporado en la finca para diversificar la producción. Las variedades de soja Uniala, Aurora, CRIA – 2 (don Rufo) y CRIA – 3 (Pua'é) son las variedades desarrolladas recientemente por el CRIA del MAG. Es importante validar el comportamiento de las variedades mencionadas en las condiciones del suelo y del clima del Departamento de Paraguari.

En el estudio comparativo de las variedades de soja se incluyeron los siguientes:

- 1) Variedad Aurora
- 2) Variedad Uniala
- 3) Variedad CRIA – 3 “Pua’é
- 4) Variedad CRIA – 2 “Don Rufo”

- 1) El rendimiento y el ciclo de las 4 variedades de soja se presenta a continuación:

	Variedades	Rendimiento kg/ha	Ciclo del cultivo
1.	Aurora	1.155	Intermedio 120 a 130 días
2.	Uniala	711	Intermedio 120 a 130 días
3.	CRIA – 3 Pua’e	1.272	Precoz 110 a 120 días
4.	CRIA – 2 Don Rufo	1.189	Precoz 110 a 120 días

Conforme a este resultado la variedad CRIA – 3 “Pua’é” son la que presentaron mayor rendimiento y ciclo más corto.



Evaluación de variedades de soja, Parcela D. Experimental de J-Green

Con la evaluación de variedades nacionales de soja se verificó que:

- 1) Las variedades de soja desarrollado en nuestro país presentaron buena adaptación a las condiciones de suelos arenosos y de baja fertilidad.
- 2) La variedad que presentó mayor rendimiento por hectárea fue CRIA-3 conocido también con el nombre de “Pua’e” con 1.273 kg/ha.
- 3) Las variedades precoces presentaron mayor rendimiento que las intermedias, por que escaparon del periodo crítico de la sequía.

4.1.4. Evaluación de Variedades de Poroto

En el país se han desarrollado y adaptado numerosas variedades de leguminosas alimenticias, especialmente de poroto (*Vigna unguiculata*), por lo tanto el Poroto constituye un importante rubro para la seguridad alimentaria de la familia campesina, siendo necesaria su incorporación como cultivo de la diversificación productiva de los pequeños productores.

Por lo tanto, es de suma importancia validar el comportamiento de las principales variedades de poroto difundidas en nuestro país, para ver su comportamiento agronómico y fisiológico a las condiciones de suelo bastante degradado del Departamento de Paraguari. Además el poroto como es una leguminosa tiene la ventaja de mejorar la fertilidad del suelo, por medio de la fijación del nitrógeno atmosférico a través de las bacterias del género *Rhizobium* que vive en simbiosis en la raíz de la planta.

Los tratamientos para realizar este estudio está constituida por las siguientes variedades:

- 1) Kumandá Pytâ-í (*Vigna unguiculata*)
- 2) Kumandá San Francisco-í (*Vigna unguiculata*)
- 3) Poroto Mungo (*Vigna mungo*)
- 4) Kumandá arró (*Vigna sp.*)

Los resultados del rendimiento y del ciclo vegetativo se presentan a continuación:

- 1) El rendimiento de granos por hectáreas de cada una de las variedades se presenta en el siguiente cuadro.

Variedad	Rendimiento kg/ha
1. Kumandá Pytâ – í	1.285
2. Kumandâ San Francisco – í	1.024
3. Kumandá Arró	963
4. Poroto Mungo	861

La variedad de poroto Pytâ – í es la que presenta mayor rendimiento de granos con una producción de 1.285 kg/ha.

Con relación a las características Fenológicas, en el siguiente cuadro se presenta el ciclo vegetativo de las cuatro variedades de poroto:

Variedades	Fecha siembra	Fecha de germinación	Fecha de floración	Fecha cosecha Ciclo del cultivo
1. Pytâ – í	20/10/05	23/10/05	22/12/05	09/01/06 (80 días)
2. San Francisco í	20/10/05	23/10/05	24/12/05	10/01/06 (81 días)
3. Mungo	20/10/05	25/10/05	27/12/05	13/01/06 (83 días)
4. K. Arró	20/10/05	23/10/05	20/05/12	06/01/06 (76 días)

El ciclo de las cuatro variedades de poroto son similares, llegando a formar granos secos alrededor de 80 días con una maduración uniforme.

Para el consumo fresco, los granos de la vaina ya están llenas a los 65 a 70 días, pudiendo ser comercializado a mejor precio durante este periodo.



Evaluación de variedades de poroto, Parcela D. Experimental J-Green

De acuerdo a la evaluación de las variedades de porotos se tiene los siguientes:

- ***Las dos variedades de porotos más cultivadas en el país: Pyta-í y San Francisco son las que presentan mejor rendimientos***
- ***La variedad Pytâ – í fue ligeramente superior a la variedad San Francisco, que a su vez fue superior a las otras variedades.***
- ***Con relación al ciclo vegetativo todas las variedades de poroto evaluados presentan ciclo corto, por lo tanto, se puede establecer dos a tres ciclos de cultivo durante un periodo agrícola.***

4.2. Diversificación con la producción pecuaria

4.2.1. Importancia de los animales de granja en la economía familiar

La producción pecuaria como ganado bovino, equino y animales menores (aves de corral, cerdo, ovinos), constituyen componentes importantes del sistema productivo campesino, para seguridad alimentaria, como animal de trabajo y como rubro de renta.

La producción de animales de granja es una actividad muy particular dentro de la finca de los pequeños productores, por que la cría y el manejo del ganado normalmente son consideradas como actividad secundaria, sin embargo los beneficios que se obtienen para mejorar la economía familiar y especialmente para la seguridad alimentaria es de suma importancia. Por lo tanto dentro de un enfoque de producción diversificada de la finca, se debe encarar la producción pecuaria como una actividad importante, imprescindible y complementaria a la producción agrícola.

Precisamente el éxito de la producción pecuaria depende principalmente de los buenos resultados que se pueda obtener en la producción agrícola, por que la mayor parte de la alimentación del ganado depende de los rubros agrícolas. Un aspecto muy importante para los productores, es contar con los animales de trabajo para realizar sus labores agrícolas como el transporte, la labranza, etc., por lo tanto, estos animales constituyen su principal fuerza de trabajo para realizar las actividades dentro de la finca.



Productor de la zona de estudio, su principal fuerza de trabajo son los bueyes.

También la cría de los animales es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria, si se logra producir leche, queso, huevos, carne en la propia finca, inclusive muchos productores se dedican a producir estos alimentos para la venta de estos productos, constituyéndose en su principal fuente de ingresos.

4.2.2. Medidas para la producción de los animales de granja

La cría de animales domésticos está ocupando una posición sumamente importante dentro del sistema productivo de los campesinos, siendo prácticamente imposible la vida de estos sin la presencia de los animales.

Sin embargo, en la situación actual, el número de animales criados no concuerda con la disponibilidad de pastos naturales, que constituyen la principal fuente de forraje. Los agricultores generalmente no consideran la disponibilidad de forraje para el invierno, por esta razón están usando sus tierras agrícolas para el pastoreo de sus animales; sin embargo, existen también numerosos campesinos que no poseen suficiente tierra, por lo tanto el recurso forrajero se encuentra permanentemente en déficit especialmente durante el invierno.

Como consecuencia de esta situación, está ocurriendo permanentemente el sobre-pastoreo invernal, lo cual acelera el proceso erosivo del suelo, haciendo que se agrave aún más la disminución de los recursos forrajeros. Ante esta situación, en el presente Estudio de Validación se ha tratado de encontrar la estrategia más apropiada para el manejo adecuado de los recursos naturales, tendiente a la prevención de la erosión del suelo, eliminando el problema de sobre-pastoreo y validar las tecnologías para una explotación ganadera sostenible y por ende, un desarrollo rural sostenible.

Por lo tanto las acciones para la producción pecuaria a nivel de los pequeños agricultores, deben estar incluida en la adecuada planificación para el manejo integral de la finca, aprovechando los recursos productivos con las medidas tecnológicas más apropiadas.

En este sentido, el aspecto de mayor importancia constituye la producción de forraje para el ganado durante el periodo invernal, para tal efecto, la estrategia debe ser la producción de suficiente cantidad y buena calidad de forrajes de corte.

Entre las especies forrajeras de corte que presentan buen comportamiento en la zona se encuentran el pasto elefante, la caña de azúcar, y el sorgo forrajero. Dentro de cada una de estas especies existen numerosas variedades, por lo tanto, es importante identificar aquellas variedades de mejor producción forrajera.

Para la identificación y validación de las mejores variedades de especies forrajeras se ha realizado la evaluación de las principales especies forrajeras en la Parcela Demostrativa Experimental.

4.2.3. Evaluación de especies forrajeras

El objetivo de la evaluación de las principales variedades y especies forrajeras de corte, es con miras a identificar y verificar en la zona de estudio del proyecto, aquellas que están adaptada a las condiciones del pequeño productor y que le permite contar con suficiente forraje durante el invierno y de esa forma se pueda evitar el pastoreo del ganado en las parcelas de cultivo.

La metodología implementada en este estudio de validación fue la siguiente:

- (1) Introducir las mejores variedades de las especies forrajeras utilizadas en nuestro país en la zona de implementación del proyecto;
- (2) Establecer pequeñas parcelas de cada variedad de las diferentes especies de forrajeras;
- (3) Realizar la evaluación por muestreo de la masa verde de cada especie forrajera.



Foto: Evaluación de forraje en la Parcela Demostrativa Experimental, Proyecto J-Green.

Las mediciones se basaron principalmente en la cantidad de masa verde que produce cada una de las variedades de las diferentes especies forrajeras, además de evaluar el comportamiento agronómico.

Las especies forrajeras y sus correspondientes variedades introducidas en la Parcela Demostrativa Experimental para realizar la pruebas, se presentan en el siguiente cuadro:

Especies Forrajeras	Variedades	Procedencia
1. Pasto Elefante	1) Paraíso 2) Enano 3) Taiwán A-114 4) Taiwán A – 241 5) Camerún Verde	Dirección de Investigación y Producción Animal (DIPA) – MAG.
2. Sorgo Forrajero	1) Facón 2) Talero 3) SAC – 500	VICOSA SRL, Empresa Semillero – Asunción, Paraguay
3. Caña de Azúcar	1) RB 815627 2) PR 61-632 3) RD 75-11 4) CL 61-620 5) RB 835486	Campo Experimental de Caña de Azúcar de Natalicio Talavera, Dirección de Investigación Agrícola (DIA) – MAG

4.2.4. Resultados de la evaluación de Pasto Elefante

Entre las especies forrajeras el pasto elefante es la que presenta mejor comportamiento para el corte, además con muy buena producción de masa verde y con excelente comportamiento agronómico.

Para el presente estudio, se realizó la implantación de 5 variedades de pasto elefante, estas variedades son las que presentan mejor comportamiento en colección de especies forrajeras que se encuentran en la Parcela Experimental de la Dirección de Investigación y Producción Animal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, que está localizado en la ciudad de San Lorenzo.

Los resultados de la evaluación de las variedades de pasto elefante se presenta en el siguiente cuadro:

Variedad de Pasto Elefante	Masa Verde Tn/ha/año	Mes de Floración
1) Paraíso	68,5	Marzo
2) Enano	52,5	Mayo
3) Taiwán A – 114	82,0	Mayo
4) Taiwán A – 241	90,0	No floreció
5) Camerún Verde	98,5	No Floreció



Evaluación de Pasto Elefanta en la Parcela Demostrativa Experimental, J-Green.

Todas las variedades de pasto elefante presentaron excelentes desarrollo vegetativo y en la evaluación realizada las variedades que presentaron mayor producción de masa verde son el Camerún Verde y el Taiwán - 291 que superaron 90 tn/ha/año.

El pasto elefante enano es una variedad muy adecuada para cultivar sobre los cordones de curvas de nivel como barrera viva, por que produce muy buen forraje y por su reducida altura tiene menor incidencia sobre los cultivos adyacentes.

4.2.5. Resultados de la evaluación de Sorgo Forrajero

El Sorgo Forrajero presenta muy buen comportamiento para el corte, además con buena producción de masa verde y es bastante rústica para los suelos de baja fertilidad. Por su rápido crecimiento se puede realizar tres a cuatro cortes al año y con buen manejo puede producir durante dos a tres años.

En el presente estudio, se implantaron 3 variedades de pasto elefante, estas variedades son las que presentan mejor comportamiento para la producción forrajera.

Para la evaluación se realizaron tres cortes al año, los cortes se realizaron antes del iniciar la floración.

La producción de masa verde de las tres variedades del sorgo forrajero se presenta en el siguiente cuadro:

Números de Corte	Producción de Masa Verde Tn/ha.		
	Facón	Talero	SAC 500
1er. Corte	27,7	24,5	20,7
2do. Corte	11,1	11,2	8,3
3er. Corte	6,3	7,2	7,3
Masa Verde Tn/ha/año	44,1	42,9	39,8



Evaluación de Sorgo Forrajero en la Parcela Demostrativa Experimental, J-Green.

Las tres variedades de sorgo forrajero produjeron que fueron evaluados presentaron muy buena cantidad de masa verde. La variedad Facón es la que presentó mayor rendimiento con una producción de 44 Tn/ha/año de masa verde.

4.2.6. Resultados de la evaluación de Caña de Azúcar

La Caña de Azúcar es un cultivo agrícola tradicional de los productores de la zona, destinada principalmente para la producción artesanal de miel de caña,

pero puede constituirse como un excelente forraje por la muy buena producción de masa verde.

Para el presente estudio, se realizó la implantación de 6 variedades de Caña de Azúcar, estas variedades son las que presentan mejor comportamiento en el Campo Experimental de Caña de Azúcar, dependiente de la Dirección de Investigación Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería, que está localizado en Natalicio Talavera del Departamento del Guaira.

Los rendimientos de las 6 variedades de Caña de Azúcar en el siguiente cuadro:

Variedad de Caña de Azúcar	Rendimiento de masa verde Tn/ha
1. BR – 815627	98,0
2. PR - 61632	85,0
3. RD - 7511	105,0
4. CL - 61620	62,0
5. RB - 72454	68,0
6. RB - 855486	63,0

Las variedades RD7511 y la BR815627 presentan mayor rendimiento de masa verde.



Evaluación de Caña de Azúcar en la Parcela Demostrativa Experimental, J-Green.

Los pequeños productores produciendo Caña de Azúcar pueden disponer de suficiente cantidad de forrajes durante el invierno y de esa forma evitar el pastoreo de su ganado en la parcela destinada para realizar su cultivo.

4.3. Diversificación con la producción forestal

4.3.1. Medidas para establecer sistemas agroforestales

Si se considera que el consumo de leña que seguirá aumentando a nivel de los pequeños productores, resulta urgente conservar los recursos forestales existentes, planificar y ejecutar un plan para aumentar este recurso. El objetivo principal de la reforestación a través de agroforestería para la obtención de productos como la leña, postes, madera para muebles entre otros, sin embargo, también cumple funciones medioambientales de alto valor como ser la conservación de agua, prevención de la erosión del suelo, amortiguamiento en el cambio climático.

Las prácticas de agroforestería pueden ser adoptadas por los agricultores de la zona considerando la ejecución sostenible de la producción forestal en combinación con las prácticas agronómicas y las obras físicas para la conservación de suelos, de esta forma se puede contribuir a mejorar la productividad agrícola mediante la prevención de la erosión y el mejoramiento de la fertilidad del suelo.

Los recursos forestales en la zona de implementación del Proyecto J-Green, se encuentran bastante degradados, hasta el punto en que actualmente es muy difícil conseguir en la zona la cantidad suficiente de leña, si esta situación continúa, existe el riesgo de afectar a la subsistencia de los pobladores de la zona.

Ante esta situación es posible tomar algunas medidas mediante la reforestación. Para la implementación de esta medida es muy importante establecer la combinación adecuada entre la producción agrícola y pecuaria a través de la agroforestería y sistemas silvopastoriles.

La agroforestería es el sistema en el cual coexisten en un mismo tiempo y espacio plantaciones de especies forestales con cultivos agrícolas. Es un sistema en el cual se siembran y manejan cultivos de ciclo anual como son los cultivos agrícolas con plantaciones perennes, según el desarrollo de las especies forestales, logrando de esa forma el uso eficiente del suelo a través de la constante producción y la conservación de los recursos productivos.

La combinación de especies forestales con cultivos agrícolas se pueden establecer implementando diferentes sistemas agroforestales, según las características de la finca de los productores, las especies que se quieran establecer, el objetivo de la producción y la capacidad técnica y económica que tienen cada uno de los agricultores.

Por lo tanto para establecer sistemas agroforestales a nivel de los pequeños productores es muy importante brindarles las orientaciones y las capacitaciones necesarias para lograr los objetivos deseados.



Agroforestería en finca de productor de Aguiy-mí, San Roque González – J-Green

Una de las limitaciones para implementar los sistemas agroforestales a nivel de los pequeños productores, es la falta de mudas o plantines de las diferentes especies forestales.

4.3.2. Instalación de vivero forestal

La formación vivero forestal es una medida necesaria para cubrir las necesidades de plantines en cantidad y calidad suficiente. El vivero es el sitio donde nacen y se crecen las plantas forestales bajo cuidados especiales, hasta alcanzar un tamaño óptimo para ser llevadas al lugar definitivo.

Los objetivos básicos de la implementación de un vivero forestal es contar en cantidad y calidad adecuada y a un costo razonable. Los viveros se puede establecer en forma familiar, comercial y comunitario.

Los factores que se debe considerar para la instalación de un vivero son, la ubicación accesible y protección contra los animales, la disponibilidad de agua en cantidad y calidad suficiente.

El tamaño del vivero debe responder a la cantidad de plantines que se desea producir, que a su vez depende del área que se desea reforestar, es necesario producir 20% más de la cantidad de plantitas necesarias, para compensar las pérdidas que eventualmente puedan ocurrir. Las principales especies forestales que se multiplican se pueden mencionar, entre las nativas: Kurupay kuru, Yvyra pyta, Peterevy, Tajy, Yvyra-ro, etc, y entre las especies exóticas tenemos al Paraíso gigante, Eucalipto, Grevilea, Pino, etc,

Para la implementación de un vivero forestal, primeramente se debe establecer un almácigo, levantando tablones de un metro de ancho con buena cantidad de materia orgánica, en estos tablones se siembran las semillas, que deben estar protegidos con media sombra. Posteriormente las plantitas son transplantada en maceta (repicaje) para conseguir un desarrollo más rápido y asegurar el prendimiento al ser transplantado al lugar definitivo.



Vivero de especies forestales, Parcela Demostrativa Experimental, Proyecto J.Green.

4.3.3. Capacitación de productores para instalación de vivero

Para la implementación de sistemas agroforestales a nivel de los pequeños productores, el Proyecto J-Green ha realizado la capacitación de los productores Líderes Conservacionistas sobre los diferentes aspectos para la producción de mudas de especies forestales.

También se realizaron prácticas en la Parcela Demostrativa Experimental con la implementación de un vivero sencillo y práctico, con el propósito de lograr que los productores puedan realizar la producción de plantines de especies forestales en su propia finca.

Los aspectos considerados en la capacitación comprenden las medidas que se deben adoptar para la formación de almacigo, como así también los cuidados y el manejo que se deben realizar cuando las plantitas son transplantada en maceta en el vivero.

Luego de finalizar esta etapa de capacitación, aquellos productores que han adquirido suficiente nivel de conocimiento técnico y que tengan las condiciones físicas favorables en sus terrenos, podrán instalar sus viveros familiares y comenzar la producción de mudas.



Capacitación en producción de mudas, Parcela Demostrativa Experimental, J-Green-

4.3.4 Establecimiento de sistema agroforestal en la finca

El trasplante puede realizarse entre los meses de abril a setiembre por que en estos meses la temperatura es baja y el ambiente es húmedo, con lo que se facilita el prendimiento de las plantitas. Si es posible los trasplantes deben realizarse después de una lluvia y por la tarde para dar tiempo a que se recupere las plantitas durante la noche.



Instalación de media sombra rústico, Parcela Demostrativa Experimental, J-Greem

Para realizar las plantaciones forestales en la finca de los productores se suelen utilizar las macetas con las plantitas. Debido a las características de la zona, las raíces desnudas de las plantas no podrían resistir la sequedad, y debido a que el suelo en estas zonas está bastante degradado, se requiere de un sustrato que contenga nutrientes para poder proteger la planta por un determinado tiempo.

En el Proyecto J-Green ha impulsado la plantación de especies nativas como Cedro, kurypay kuru, Yvyra pyta, Peterevy, etc., y también especies exóticas como Paraíso gigante, Grevilea, Eucalipto, Cedro Australiano etc., estas especies presentan un desarrollo más rápido. El método de plantación, básicamente debe ser sencillo y práctico para que fácilmente pueda ser difundido, por que los productores generalmente no tienen mucha noción de la importancia de la implementación de sistema agroforestales.

Debido a las diversas y variadas características de las especies forestales, es necesario definir las especies adecuadas para la conservación de suelos. Las condiciones que deben considerarse para ello son las siguientes: (1) Que sus raíces sean profundas; (2) Que su copa (o corona) sea amplia (3) Que tenga buena capacidad de rebrote (4) Que las ramas y hojas que caen sean abundantes. Dentro de las actividades de desarrollo rural basado en la conservación de suelos, se deben seleccionar las especies considerando las diversas utilidades o razones descritas anteriormente. En caso de que una especie tenga una sola utilidad, plantar combinando otra especie puede tener mayores efectos.

CAPÍTULO 5

Otras medidas de producción sustentable

Con la implementación del Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo basado en la Conservación de Suelo del Proyecto J- GREEN, se plantea la validación de numerosas tecnologías con miras a la producción sustentable de los pequeños productores. La validación de estas tecnologías tiene el propósito de verificar en la zona de estudio del proyecto, las opciones tecnológicas que estén ajustadas a los sistemas agrícolas predominantes, las condiciones socio-económicas del productor, con la utilización y preservación de los recursos naturales.

Por lo tanto, el objetivo de establecer las técnicas de conservación y recuperación del suelo degradado, así como la metodología para su difusión, son realizadas con el fin de lograr el desarrollo agrícola y rural en forma sostenible en la zona del estudio, que comprende los Distritos de San Roque González de Santa Cruz y Acahay del Departamento de Paraguari.

Además de los estudios realizados con las medidas de conservación con obras físicas, las prácticas agronómicas para la recuperación de suelo degradado y la diversificación de la producción, el Proyecto J-Green ha impulsado otras medidas como la producción orgánica de hortalizas, la producción y utilización de humus de lombriz, la utilización de stevia o Ka'a he'e para mejorar la calidad del producto y el método de cultivo basado en la Cría de Microorganismos (CMO). En este capítulo se presenta los estudios de validación que tiene relación con estos temas.

5.1. Producción orgánica de hortalizas

En la Parcela Demostrativa Experimental se ha implementado la Huerta Orgánica, poniendo especial énfasis en la producción de hortalizas utilizando abonos orgánicos, de bajo costo y que se encuentran al alcance de los pequeños productores, al mismo tiempo establecer sistema de rotación con abonos verdes y asociaciones de diferentes cultivos, bajo un sistema de manejo integrado para lograr una producción sostenida y rentable.

La producción de hortalizas en forma orgánica es una opción muy interesante a nivel familiar de los pequeños productores, que al producir hortalizas puede mejorar la seguridad alimentaria de su familia, además tiene la posibilidad de generar ingresos adicionales en forma permanentes con la venta de algunos rubros hortícolas, dado la gran demanda que existe actualmente por los productos saludables de parte de los consumidores.

Como parte del Estudio de Validación en el marco del Proyecto J-GREEN, la implementación de la huerta orgánica, permitirá validar las técnicas de producción de hortalizas utilizando como fertilizantes los compuestos orgánicos, tales como

estiércol de bovinos, humus de lombriz que se obtiene en la propia parcela experimental del proyecto, el manejo de lombricultura se presentará más adelante.

Al mismo tiempo, en producción se podrá verificar el efecto de la rotación de la parcela con el uso de abonos verdes dentro del sistema de la producción de hortalizas.



Rotación de abonos verdes con hortalizas, Parcela D. Experimental, J-Green

El objetivo general de la validación de tecnologías para la producción orgánica de hortalizas, es la de desarrollar prácticas que estén acordes a las posibilidades y condiciones socioeconómicas de los pequeños productores de la zona de estudio del Proyecto J-GREEN.

La implementación de la huerta de producción orgánica tiene los siguientes objetivos específicos:

- (1) Verificar la factibilidad técnica de producir diferentes especies hortícolas con el sistema de producción orgánica.
- (2) Validar la utilización de diferentes compuestos orgánicos como fuente de fertilización, a las que pueden acceder los pequeños productores.
- (3) Establecer sistemas de rotación de cultivos de hortalizas, intercalando el uso de abonos verdes.

La metodología para la producción orgánica de hortalizas fue la siguiente:

- (1) Preparación de parcelas o tablones de 1,0 metro de ancho por 10,0 metros de largo para cada especie hortícola a ser validada.
- (2) Las especies que son de transplante, primeramente fueron sembradas en almácigos y las demás en forma directa al lugar definitivo.
- (3) Para establecer sistema de rotación de cultivos con abonos verdes, se establecieron una franja de abonos verdes intercalando los tablones de hortalizas. Cada ciclo de cultivo se esta realizando la rotación entre las hortalizas con los abonos verdes



Foto: Abonos verdes durante el verano en huerta orgánica en la PDE del Proyecto J-Green

Los requerimientos necesarios para la producción orgánica de hortalizas son:

- (1) Semillas de calidad confiable de las diferentes especies de hortalizas;
- (2) Compuestos orgánicos para la fertilización tales como humus de lombriz, estiércol de bovino y cascarilla de coco;
- (3) Agua natural para riego proveniente de un poso o manantial.

Las hortalizas pueden ser cultivadas durante todo el año, si se cuentan con instalaciones apropiadas. A campo abierto son más fáciles de cultivar desde otoño a primavera, época en la cual se obtienen productos de mejor calidad. En verano es necesario cubrir con media sombra (hojas de coco o malla negra) y elegir variedades apropiadas para la época.

Para lograr el éxito en la producción de las hortalizas se debe realizar buena preparación del suelo, cercar bien la parcela para evitar el ingreso de animales domésticos y asegurar la fuente de agua para el riego.

La siembra de algunas hortalizas de hojas como perejil y espinaca se siembran directamente en el lugar definitivo, en surcos corridos trazados cada 30 a 50cm. Otras como la lechuga, cebolla y el repollo se siembran primero en almácigo (en surcos trazados cada 10cm) y luego se transplantan al lugar definitivo.

En el momento de realizar la siembra de hortalizas se deben cuidar los siguientes aspectos:

- (1) Usar semillas nuevas, de buena calidad y excelente germinación.
- (2) Realizar la siembra con cuidado, no echar muchas semillas juntas.
- (3) Tapar bien con tierra, pero no enterrar muy profundo (no más de 1cm).
- (4) Cubrir la superficie con paja para evitar el golpe de las gotas de lluvia, la sequedad o el ataque de pájaros, cuando comienza a germinar, retirar la cobertura.

El transplante al lugar definitivo se realiza cuando las plantitas tienen 5 a 6 hojas verdaderas, para el buen prendimiento se sigue los siguientes pasos:

- (1) Regar ligeramente el almácigo antes de transplantar.
- (2) Sacar las mudas del almácigo con mucho cuidado para no dañar las raíces.
- (3) Marcar los lugares para hoyos usando piolín o hilo y hacer pequeños hoyos en la parcela con los dedos o con tenedor.
- (4) Introducir las raíces hasta la altura del cuello y regar abundantemente.

Las distancias de plantación en el lugar definitivo varía para cada hortaliza según la época, variedad pero es aproximadamente como se indican a continuación.

Cultivo	Entre hileras	Entre plantas
Lechuga	20 a 30cm	20 a 30cm
Repollo, coliflor, brócoli	60 a 70cm	40 a 60cm
Cebolla de verdeo	30 a 40cm	10 a 15cm
Perejil	30 a 40cm	Surco corrido
Apio	40 a 50cm	30 a 40cm
Espinaca	30 a 40cm	Surco corrido

Los cuidados del cultivo consisten en regar todos los días, controlar las malezas y arrancar las plantas enfermas. Las plagas como los pulgones, oruga falso medidor, minador de la hoja se pueden establecer medidas de control natural utilizando productos caseros que generalmente son repelentes para las plagas. Es conveniente combinar las hortalizas con plantas que no les gustan a las plagas (ajo, cebolla, orégano, etc.).



Producción de hortalizas, Parcela Demostrativa Experimental del Proyecto J-Green

La cosecha de las hortalizas especialmente de las hojas normalmente se realiza entre los 2 a 3 meses de la siembra. Es mejor cosechar en horas tempranas de la mañana cuando está más fresco y contiene mucha humedad, es importante considerar algunos aspectos como:

- (1) La lechuga se arranca de raíz, se eliminan las hojas secas y se lava la raíz.
- (2) El repollo y la coliflor se cosechan cortando la base de la cabeza y se eliminan las hojas externas.
- (3) El perejil y el orégano se pueden cosechar cortando las hojas a unos 3 a 5 cm del suelo para posibilitar el rebrote y seguir cosechando. Esto es posible también en la cebolla de verdeo.
- (4) La acelga se cosecha arrancando las hojas inferiores desarrolladas.

Con la experiencia obtenida en la Parcela Demostrativa Experimental se pudo comprobar que la producción orgánica de hortalizas se puede implementar con resultados muy favorables, por lo tanto debe constituirse en una actividad de mucha importancia a nivel de los pequeños productores, por que contribuye favorablemente para la seguridad alimentaria, con el consumo en la propia familia y también los productores puede producir cierto volumen, que pueden llegar a comercializar con bastante facilidad como hortalizas orgánicas, por lo tanto la producción de hortalizas pueden encararse como rubro de renta, para mejorar la economía familiar.

5.2. Producción de humus de lombriz

La lombricultura consiste en la cría de lombrices en cautiverio. Se practica con el fin de reciclar diversos tipos de materia orgánica, de origen vegetal y animal, para obtener el “humus de lombriz”, un abono natural muy eficaz para huerta y jardines. El humus de lombriz es el excremento que la lombriz deja como producto final de la digestión. Es una sustancia granulada de color marrón oscuro casi negruzco, de aspecto muy parecido al café y huele a mantillo de bosque.

La especie de lombriz que se cría comúnmente en el Paraguay es conocida como la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*). Su cuerpo es alargado, de color rojizo y llegan a medir hasta 8 cm de largo. Nacen de un huevo y a los 120 días llegan a ser adultas.

Son hermafroditas y se aparean cada 7 a 10 días y depositan cápsulas de color amarillento, de la que nacerán en 2 a 3 semanas, cerca de 20 pequeñas lombrices. Puede vivir hasta más de 10 años.

Con relación a la alimentación de las lombrices, se ha podido verificar que prefieren como alimento la materia orgánica de origen vegetal y animal parcialmente descompuesta. Si el material es muy fresco, puede fermentarse originando altas temperaturas que causará daños a las lombrices. Los tipos de alimentos que prefieren las lombrices son: el estiércol de animales domésticos, restos de cultivos, cascarilla de coco, aserrín, residuos de cocina, desechos de matadero y otros.

En la Parcela Demostrativa Experimental se realizaron pruebas utilizando diferentes sustratos, para producir humus de lombriz, se ha probando estiércol bovino, cascarilla de coco y pasto o resto de cultivos, para verificar la efectividad que tienen la lombrices para la descomposición.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo comprobar que el estiércol bovino nuevo (sin estacionar), es el sustrato ideal para la obtención de manera rápida y efectiva el humus de lombriz.

Todos los restos orgánicos de vegetales se puede utilizar para la lombricultura, sin embargo la cascarilla de coco ha presentado una formación muy lenta de humus, con un desarrollo muy reducido de las lombrices con este sustrato. Los restos vegetales, como pastos, hojas secas, etc., son también muy buenos sustratos para la lombricultura, pero el tiempo de la formación de humus es más prolongado que el estiércol. El estiércol viejo o estacionado no son recomendado, por que disminuye la actividad de la lombriz.

Para criar las lombrices se pueden utilizar diferentes materiales como ladrillos, tablas, y cualquier otro material, que este al alcance de los productores. A nivel de los pequeños productores se pueden realizar instalación de tipo rústica que

puede ser construida con el tallo del cocotero partido, material que el agricultor dispone en su finca.

Para la construcción del criadero de lombriz se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- (1) Se elige un lugar plano, sin riesgo de anegamiento.
- (2) El fondo es de tierra, se mezcla el suelo con un poco de cal o cemento y se compacta bien para evitar la fuga de las lombrices por el fondo.
- (3) Se construyen las paredes en forma de caja usando tabloncillos o tallo de coco partido como se indica en la figura anterior (ancho 1.2m x altura 0.5m y el largo, de acuerdo a la necesidad).
- (4) Cuando la cama es muy larga, se puede dividir, usando tablas en forma de tabiques. La tabla debe estar perforada en su parte inferior para permitir el paso de las lombrices.
- (5) Es importante proteger la cama con techo de hojas de coco, paja u otro material, para no exponer al sol y evitar que la temperatura del sustrato suba mucho.
- (6) Además, se debe cubrir con paja para evitar la sequedad de la superficie y la vez, proteger a las lombrices del ataque de los enemigos.



Dos tipo de criadero de lombriz: de ladrillo y rústico (Mbocaya ygue), PDE de J-Green

Un aspecto muy importante en la lombricultura es la preparación de la cama, que es el lugar donde se depositan los alimentos y se desarrollan las lombrices. Para lograr buen resultado se debe proceder de la siguiente manera, primero se debe colocar una camada de pasto cortado o restos de cultivos, esta servirá de refugio a la lombriz en caso de falta de humedad.

Encima de está se esparce el estiércol formando una capa de unos 10cm de espesor, se riega y se repite en proceso con otras dos capas de restos de cultivos y de estiércol.



Diferentes sustratos de lombricultura, Parcela Demostrativa Experimental de J-Green

Si el material es fresco, al poco tiempo comenzará a fermentarse y generará calor. Unos diez días después, será necesario remover y airear el estiércol y aplicar un riego. Cuando la temperatura baja se liberan las lombrices.

Los cuidados que son necesarios para la lombricultura son las siguientes:

- (1) Mantener la humedad adecuada en la cama, si no hay lluvia, en invierno es necesario regar por lo menos dos veces por semana y en verano, todos los días.
- (2) Durante los 3 primeros meses las lombrices no necesitarán ningún cuidado especial, solamente se riega y se suministra nuevos materiales si hace falta porque en ese tiempo, las lombrices se habrán comido una buena parte de los alimentos. La lombriz disminuye su actividad durante el invierno, por eso consumirán menos alimentos.
- (3) Es necesario cubrir la superficie de la cama con abundante paja para mantener la humedad y la temperatura. Esta cobertura servirá también para la protección contra el ataque de los enemigos.

- (4) También se debe cuidar para que no ingrese a la cama agua contaminada, sobre todo con residuos de agroquímicos.

Los principales enemigos de las lombrices son: algunos pájaros como el hornero o alonsito, pitogüé y otros que se alimentan de insectos y gusanos. Estos, remueven la superficie de la cama con sus patas y devoran las lombrices. También las hormigas y los ratones. causan daños anidándose en la cama. Para proteger a las lombrices del ataque de sus enemigos, es importante cubrir la superficie de la cama con mallas o con una espesa camada de paja cortada.

La cosecha del humus de lombriz se puede realizar cada tres a cuatro meses, según la cantidad de materia orgánica y de la lombriz. Debido a la intensidad de acoplamiento de las lombrices californianas es aconsejable dividir la población original por lo menos tres veces al año. Las divisiones se realizarán durante los periodos de cosecha de humus,

Para la cosecha, se deja de regar la cama y se suspende el suministro de alimentos. En las camas de los costados se cargan nuevos alimentos y se riega bien. Así, las lombrices se trasladarán a la cama vecina atraídas por las mejores condiciones que ella tiene. Se cosechará el humus elaborado pasando por un colador o tamiz del malla relativamente gruesa (puede usarse por ejemplo un catre de alambre viejo), para separar el humus de las lombrices que quedaron y los materiales no digeridos.

Las lombrices que quedaron serán recolectadas y trasladadas a otras camas para seguir con un nuevo ciclo de producción de humus. Esta operación se deberá realizar con rapidez para evitar que las lombrices pierdan humedad y mueran. Se esparcirá el humus sobre una lona para eliminar el exceso de humedad. Una vez que esté relativamente seco, se guardará en una bolsa (con 30 a 40% de humedad, es decir cuando se aprisiona con la mano y se forma una masa). La bolsa debe tener algo de aireación para mantener vivo a los microorganismos contenidos en el humus.

Si las condiciones son favorables, podrá ser conservado durante más de un año, se deberá almacenar en lugar seco y fresco, evitando la luz del sol.

El humus de lombriz es un buenísimo como fertilizante orgánico, proporcionando a los cultivos casi todos los elementos necesarios, sus principales características y ventajas son:

- (1) Mejora la fertilidad del suelo.
- (2) Ayuda a ablandar el suelo y con esto se logra mejorar el drenaje, la aireación y la retención de humedad.
- (3) Se disuelve fácilmente en el agua y proporciona rápidamente los nutrientes a los cultivos.

- (4) Estimula el crecimiento de los cultivos porque contiene muchas hormonas.
- (5) Protege a los cultivos de algunas enfermedades porque tiene acción contra los microbios que causan las enfermedades transmitidas por el suelo.
- (6) Contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el estiércol de vaca.
- (7) No contamina el suelo absolutamente por ser un producto totalmente natural.
- (8) Se puede preparar en cualquier lugar, con material disponible en cada zona.



Obtención de humus de lombriz, Parcela Demostrativa Experimental de J-Green

En el Paraguay es posible producir el humus durante todo el año, el humus es un fertilizante ideal ya que contiene casi todos los elementos que necesitan los cultivos y en forma equilibrada.

El humus de lombriz se puede aplicar de la siguiente manera:

- (1) Se esparce en la superficie del suelo y se incorpora ligeramente para evitar que sea arrastrado por el agua de lluvia.

- (2) Es recomendable regar después de la aplicación para que los microorganismos activen prontamente.
- (3) No es conveniente enterrar el humus porque los microorganismos que contiene necesitan de aire para respirar y activar.

El humus de lombriz es un material muy rico en nutrientes y minerales que necesitan los cultivos. Su composición química se presenta a continuación.

Item	%	Item	%
Humedad	30 – 60%	Calcio	2 – 8%
pH	6.8 – 7.2	Magnesio	1 – 2.5%
Nitrógeno	1.0 – 2.6%	Materia orgánica	30 – 70%
Fósforo	2 – 8%	Carbono orgánico	14 – 30%
Potasio	1 - 2.5%	Acido húmico	2.8 – 5.8%

La cantidad de humus que se aplica al cultivo puede variar. A modo de referencia se indica a continuación algunos ejemplos de dosis de aplicación.

Cultivo	Dosis	Cultivo	Dosis
Frutales grandes	2 kg/planta	Hortalizas	1 kg/m ²
Plantas de jardín	150g/m ²	Almácigos	20% de tierra
Vivero (macetas)	15 a 20% de la tierra	Flores	1 a 2kg/m ²

Además el humus que produce las lombrices tiene múltiples aplicaciones como la carnada para pesca y también carne y harina de lombriz para la alimentación de animales (contiene más de 60% de proteína).

5.3. Método de Cultivo basado en la Cría de Microorganismos (CMO)

Una de las acciones del Proyecto J-Green es la validación de nuevas tecnologías, en este contexto se realizó la “Validación del Método de Cultivo basado en la Cría de Microorganismos” (CMO), aplicando un concepto totalmente nuevo. El marco teórico de este método se sustenta en el estudio realizado por el Sr. Miyuki Hayashi, residente en el Estado de Paraná, Brasil, que plantea el “Método de Cultivo basado en el Ciclo del Carbono”.

Este método se basa en la cadena trófica, argumentando que la provisión de los nutrientes para las plantas en la producción agrícola, depende totalmente de los microorganismos del suelo, descartando por completo el uso de los fertilizantes químicos y abonos orgánicos (incluyendo el uso de compost).

Los primeros estudios del método de cultivo basado en CMO ha generado gran expectativa, por los resultados muy favorable en el control de la erosión y en la

recuperación de los suelos degradados. Además, para implementar este método no se necesita utilizar nuevos insumos ni implementos, por lo tanto los pequeños productores pueden adoptarlos fácilmente.

La validación de esta nueva tecnología se está realizando en la Parcela Demostrativa Experimental (PDE) del Proyecto J-Green, ubicada en el Km. 91 de la Ruta N° 1, San Roque González de Santa Cruz y en algunas fincas de los productores líderes conservacionistas.

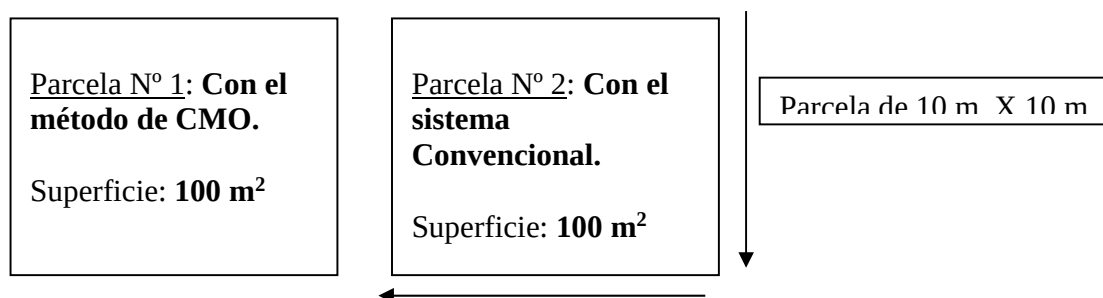
A continuación se presenta el estudio realizado con el cultivo de maíz, comparando el método CMO con el sistema convencional.

Los objetivos del estudio de validación del método CMO son las siguientes:

- (1) Desarrollar la metodología del cultivo basado en CMO y verificar la efectividad del mismo.
- (2) Evaluar las diferentes etapas del desarrollo vegetativo del cultivo.
- (3) Evaluar el rendimiento de maíz comparando el método CMO con el sistema convencional.
- (4) Observar y comparar el proceso de la erosión del suelo entre los dos métodos.
- (5) Evaluar el cambio en la estructura del suelo en los dos métodos.
- (6) Capacitar a los productores líderes sobre el método CMO, para la difusión horizontal.

La validación del método de cultivo basado en CMO se realizó con el cultivo de maíz, utilizando la Variedad Guaraní V-251 ó Avati Chipa, en dos parcelas de 100 m² cada uno

- 1) En la parcela N° 1 el método de cultivo basado en la Cría de Microorganismos,
- 2) En la parcela 2 el sistema convencional.



5.3.1. Metodología para implementar la producción de cultivo con CMO.

La metodología implementada para el Método de Cultivo Basado en la Cría de Microorganismo es la siguiente:

- (1) **Incorporación de la masa verde:** Los microorganismos necesitan como fuente de energía material orgánico con alto contenido de carbono, como las que proporcionan las gramíneas. La parcela destinada para realizar la prueba presentaba un suelo muy degradado, por esta razón la incorporación del material verde se realizó en dos ocasiones con brotes de caña de azúcar (cogollos) triturado. La incorporación de masa verde se realiza cuando se presenta buena humedad del suelo (después de una lluvia), para asegurar la adecuada actividad de los microorganismos durante el proceso de la fermentación (por hongos filamentosos). A fin de evitar la muerte de los microorganismos por el excesivo calor se colocó una cobertura de pajas y malezas a la parcela.
- (2) **Estimular el desarrollo de los microorganismos del suelo:** Con fin de estimular el desarrollo de los microorganismos naturales del suelo, con la incorporación de la masa verde se aplica pequeña cantidad de afrecho de arroz, solamente 10 a 30 grs/m² (1 a 3 kg/100 m²), para ayudar a la proliferación de los hongos benéficos para la fermentación. Si se aplica en exceso el afrecho de arroz, puede predominar las bacterias que provoca la pudrición, por eso la aplicación de afrecho debe ser una cantidad muy reducida, lo suficiente para alimentar a los microorganismos.
- (3) **Fermentación de la masa verde:** Se debe esperar que termine la fermentación de la masa verde, unos 15 a 22 días después de la incorporación, para realizar la siembra. Por lo tanto se debe verificar que la fermentación haya concluido, luego se realiza la siembra. En este estudio la incorporación de masa verde se realizó a los 22 días antes de la siembra de maíz.
- (4) **Incorporación de los restos de cultivos y malezas:** Para reiniciar el proceso e ir aumentando la cantidad de microorganismos benéficos del suelo, inmediatamente después de la cosecha de maíz, los restos del cultivo (aún verde) y las malezas deben ser incorporadas, dado que en ese momento se tiene la mayor concentración de carbono en la planta.

Para comprender mejor los pasos que se deben seguir para la implementación del método de cultivo basado en la Cría de Microorganismos, se presenta en forma secuenciada las fotografías de la metodología de este método que se ha realizado para el cultivo de maíz en la Parcela Demostrativa Experimental.



Preparación de suelo
(sin la masa seca)



Distribución de masa verde
(c/pequeña cantidad de afrecho de arroz)



Incorporación de masa verde
(cuando hay buena humedad del suelo)



Cultivo de maíz establecido
(después de tres semanas)

Pasos p/implementar CMO, Parcela Demostrativa Experimental del Proyecto J-Green,

Las características que presenta el suelo donde se realizó el estudio de CMO análisis de suelo de la parcela destinada al experimento, presentó contenido muy bajo de MO (0.07%) y macronutrientes. Se trata de un suelo muy pobre y arenoso.

La siembra del maíz se realizó en las dos parcelas en la misma fecha y en forma manual, con una densidad de 0,80 m entre hileras y 0,35 m entre plantas, dejando 2 plantas por hoyo después del raleo. Se utilizó semilla Categoría Fundación de la variedad Guaraní V-251 (Avati chipa).

En las dos parcelas se realizaron los mismos cuidados culturales, tales como raleo, dos carpidas en forma manual y una pulverización con Sevín para controlar cogollero.

En este estudio fueron evaluadas las siguientes variables:

- (1) Desarrollo del cultivo: Mediciones durante las diferentes etapas del desarrollo (periodo inicial, floración y fructificación), de la parte aérea (tallo y hojas) y de la raíz.
- (2) Grado de erosión del suelo: Después de cada lluvia se realiza la verificación del arrastre de suelo que presenta cada una de las parcelas.
- (3) Rendimiento del cultivo: Determinación del rendimiento de grano de maíz en cada parcela, expresados en kg/ha. Además se verificó la cantidad de granos por mazorca.

- (4) Composición química y formación de agregados: Se realizó análisis de suelo para verificar la composición química y la formación de los agregados en dos oportunidades; antes de realizar la prueba y después de la cosecha del cultivo de maíz en cada una de las parcelas.

5.3.2. Resultados del Método de Cultivo basado en la Cría de Microorganismos

Los resultados obtenidos con esta prueba fueron las siguientes:

- 1) **Desarrollo del cultivo:** Las mediciones realizadas a la raíz, tallo y hoja, durante el inicio de crecimiento, en la floración y durante la frutificación se presentan a continuación:

- a) Desarrollo inicial a los 30 días de siembra se presenta en el siguiente cuadro:

	Longitud en cm.		Peso en Gramos	
Parte de la planta	Con CMO	Sin CMO	Con CMO	Sin CMO
• Raíz	18	13	3,2	1,5
• Tallo y hoja	41	22	31,0	15,5

- b) Desarrollo durante la etapa de floración se presenta a continuación:

	Longitud en cm.		Peso en Gramos	
Parte de la planta	Con CMO	Sin CMO	Con CMO	Sin CMO
• Raíz	52	43	32,0	18,5
• Tallo y hoja	174	92	650,0	320,0

- c) Desarrollo de maíz en la frutificación se presenta en el cuadro siguiente:

	Longitud en cm.		Peso en Gramos	
Parte de la planta	Con CMO	Sin CMO	Con CMO	Sin CMO
• Raíz	64	43	220	85
• Tallo y hoja	245	160	915	350

Se pudo comprobar que el desarrollo de la planta durante la etapa de crecimiento y la fructificación, con el método CMO ha sido prácticamente el doble que el sistema convencional, como se puede observar en las fotografías que se presenta a continuación.

También con relación al ciclo del cultivo, la floración con el método CMO a ocurrió a los 78 días y en el sistema convencional a los 85 días de la siembra.



Desarrollo del cultivo de maíz a los 30 días y en floración con el método CMO y sin CMO,

2) Erosión del suelo: Un aspecto importante observado es con relación a la erosión del suelo después de cada lluvia:

- (1) En la parcela con el método de cultivo basado en CMO: prácticamente no se ha observado erosión del suelo, el agua de las lluvias se infiltraron totalmente al suelo.
- (2) En la parcela con el sistema convencional: Se pudo observar que la mayor parte del agua de las lluvias se escurren en la superficie, ocasionando serios problemas de erosión.



Parcela con el método CMO sin erosión y la parcela con el sistema convencional con mucha erosión, observada después de las lluvias.

- 3) Rendimiento del cultivo de Maíz:** Se evaluaron la cantidad de granos por espiga y rendimiento del cultivo de maíz en kg/ha. de cada una de la parcela:

Tratamientos	Cantidad de granos por espiga	Rendimiento de Granos
1) Método CMO (Parcela N° 1)	440 granos (promedio)	1.120 kg/ha
2) Convencional (Parcela N° 2)	130 granos (promedio)	140 kg/ha



Producción de maíz, con el método CMO y sistema convencional en la PDE.

- 4) Resultado de Análisis del Suelo:** Se extrajo muestra de suelo para sus correspondientes análisis: Con una muestra antes de iniciar la prueba de las dos parcelas (1). Después de la cosecha; la parcela con el método CMO (2) y la parcela con sistema convencional (3).

Los resultados de análisis de suelo se presenta en el siguiente cuadro:

Análisis de Suelo	pH	MO %	P mg/kg	K cmol/kg	Arena %	Limo %	Arcilla %
Previo al estudio	5,3	0,07	4,93	0,03	88	5	7
CMO después de cosecha	5,5	0,39	6,77	0,06	87	4	9
Cultivo de maíz convencional de	5,5	0,06	5,08	0,02	90	5	5

El mejoramiento de la estructura del suelo se comprueba con la infiltración del agua de lluvia y el desarrollo de la raíz del maíz, donde la parcela con el método CMO fue muy superior al convencional.



Diferencias en el desarrollo de la raíz entre el método de cultivo basado en CMO y el sistema convencional, en PDE de J-Green

Los resultados obtenidos con el cultivo de maíz, utilizando el método basado en CMO y el sistema convencional, presentaron diferencias muy significativas se puede resumir de la siguiente manera:

- 1) **Desarrollo del cultivo:** La longitud y el peso de la raíz, tallo y hoja, en todas las etapas del desarrollo del cultivo (inicial, floración y fructificación), fue superior el método CMO en 100% a la convencional. Además las plantas de la parcela con CMO fueron vigorosas, llegando a florecer una semana antes que la parcela del sistema convencional.
- 2) **Erosión del Suelo:** Se pudo observar después de cada lluvia, que la parcela con el método CMO prácticamente no presenta arrastre superficial del suelo (inclusive con 95 mm en un día), sin embargo la parcela con el sistema convencional la erosión fue considerable. Esto demuestra la gran capacidad de infiltración que proporciona el método CMO.
- 3) **Rendimiento del cultivo:** El aspecto más importante se registró en el rendimiento del cultivo. Con el método CMO se tuvo 1.120 kg/ha de granos (el promedio de la zona con esta variedad no superó 500 kg/ha), sin embargo con el sistema convencional solo rindió 140 kg/ha con granos de mala calidad. Cabe aclarar, que durante la formación de los granos se presentó un periodo de sequía. Por lo tanto, se puede presumir que en el método de CMO el suelo acumuló suficiente cantidad de agua que favoreció la formación de los granos.
- 4) **Análisis del suelo:** Conforme a los resultados del análisis de suelo, antes de realizar el experimento el contenido de MO y los Macronutrientes es muy bajo.

En el análisis realizado en cada parcela después de la cosecha de maíz, se pudo comprobar que el método de cultivo basado en la CMO el contenido de MO, P y K es mayor que el sistema convencional.

- 5) **Capacitación de los productores Líderes Conservacionistas:** Para los productores este nuevo método es de fácil aplicación, por la que demostraron gran interés, inclusive algunos agricultores decidieron realizar la prueba en su finca y cuyas experiencias permitirá la difusión horizontal.



Capacitación de Productores Líderes Conservacionista del Proyecto J-Green en PDE.

Literatura consultada

1. Manual de Técnicas “Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo, basado en conservación de suelo y Aguas. Proyecto Jalsa, Sucre, Bolivia, 2.003.
2. Derpsch, R., Florentín M. A., Moriya K. Importancia de la siembra directa para alcanzar la sustentabilidad Agrícola. MAG-GTZ, S. Lorenzo, Paraguay, 2.000.
3. Florentín, M. A. y Otros. Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa para pequeñas propiedades. MAG-GTZ, S. Lorenzo, Paraguay, 2.000.
4. Sorrenson, W. J., López Portillo J., Núñez, M. Economics of No-tillage and Rotations Compared to Conventional Cropping in Paraguay, FAO, 1.997.
5. Sorrenson, W. J., Duarte, C., López Portillo J., Aspectos Económicos del Sistema de Siembra Directa en pequeñas fincas. MAG-GTZ, Paraguay, 2.001.
6. Díaz Rossello, R. Siembra Directa en el Cono Sur de América. PROCISUR, Montevideo, Uruguay, 2.001.
7. Abonos Verdes, Cartilla Nº 1. Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo Basado en la Conservación de Suelo. Proyecto J-Green, San Lorenzo, Paraguay, 2.005.
8. Construcción de Curvas de Nivel, Cartilla Nº 6. Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo Basado en la Conservación de Suelo. Proyecto J-Green, San Lorenzo, Paraguay, 2.005.
9. Producción de Forrajes, Cartilla Nº 7. Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo Basado en la Conservación de Suelo. Proyecto J-Green, San Lorenzo, Paraguay, 2.005.
10. Uso del Kumandá Yvyra’í, Cartilla Nº 10. Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo Basado en la Conservación de Suelo. Proyecto J-Green, San Lorenzo, Paraguay, 2.005.
11. Obras Físicas para el Control de Erosión, Cartilla Nº 11. Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo Basado en la Conservación de Suelo. Proyecto J-Green, San Lorenzo, Paraguay, 2.006.
12. Lombicultura, Cartilla Nº 15. Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo Basado en la Conservación de Suelo. Proyecto J-Green, San Lorenzo, Paraguay, 2.006.