



GUÍA

TÉCNICA

CULTIVO DE YERBA MATE





GUÍA

TÉCNICA

Cultivo de

YERBA MATE

Natalia de Jesús Zelada Cardozo

Jorge Daniel Gonzalez Villalba

San Lorenzo, Paraguay

2019



EDITORA

Natalia de Jesús Zelada Cardozo

REVISORA

Alicia Duarte Caballero

FOTOGRAFÍAS

Natalia de Jesús Zelada Cardozo

Armando Rubén Santacruz Toledo

Cirilo Catalino Tullo Arguello

Giovanni Abrahám Bogado Martínez

Carlos Antonio López Talavera

Andrés Ecurra Alcaraz

Herminio Acosta Alarcón

Es permitida la reproducción parcial de este material siempre que sea citado de la siguiente forma:

Zelada Cardozo, Natalia de Jesús.

Guía técnica cultivo de yerba mate. / Natalia de Jesús Zelada Cardozo, Jorge Daniel González Villalba. – San Lorenzo, Paraguay : FCA, UNA, 2019.
60 p. : il. ; tablas, figuras ; 25 cm.

Incluye bibliografías y anexos.

ISBN 978-99967-940-1-8 (en línea)

ISBN 978-99967-940-0-1 (impresa)

1. Yerba mate (*Ilex paraguariensis*). 2. Taxonomía. 3. Yerba mate - Características agronómicas. 4. Yerba mate - Condiciones edafoclimáticas. 5. Yerba mate - Cultivo. 6. Yerba mate - Cuidados culturales. 7. Yerba mate - Abonos y fertilizantes. 8. Yerba mate - Enfermedades y plagas. 9. Control de malezas. 10. Yerba mate - Cosecha. 11. Postcosecha. 12. Comercialización. 13. Costo de producción. 14. Análisis económico. I. González Villalba, Jorge Daniel. II. Título.

CODFCA 02.19.345

CDD: 633.77

Todos los derechos reservados

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción

Casilla de Correos 1618. Tel: +59521 585606/09/13

Campus. San Lorenzo, Paraguay.

Los trabajos y opiniones que se publican en el libro son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Esta publicación se realiza en el marco del “Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por Pequeños Productores Rurales del Paraguay 2015-2019” implementado por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción con la asistencia técnica y financiera de la **Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) Oficina en Paraguay**. La JICA deslinda cualquier responsabilidad acerca del contenido del material.

MATERIAL DE DISTRIBUCION LIBRE Y GRATUITA.



EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO

Director Ing. Agr. Dr. Luis Guillermo Maldonado Chamorro

Gerente Ing. Agr. Dr. Jorge Daniel González Villalba

Coordinador General Ing. Agr. M.Sc. Hiroshi Isaki (Experto de JICA)

Técnicos

- Ing. Agr. Dr. Cipriano Ramón Enciso Garay
- Ing. Agr. M.Sc. Oscar Joaquín Duarte Álvarez
- Ing. Agr. César Arnaldo Caballero Mendoza
- Ing. Agr. Natalia de Jesús Zelada Cardozo
- Ing. Agr. Armando Rubén Santacruz Toledo
- Ing. Agr. Cirilo Catalino Tullo Arguello
- Ing. Agr. M.Sc. Luis Roberto González Segnana
- Ing. Agr. M.Sc. Pedro Aníbal Vera Ojeda
- Ing. Agr. M.Sc. Javier Ortigoza Guerreño
- Ing. Agr. M.Sc. Lucio Romero Ramos
- Ing. Agr. Blanca Beatriz Alonso Giménez
- Ing. Agr. Giovanni Abrahám Bogado Martínez
- Ing. Agr. Carlos Antonio López Talavera



GUÍA TÉCNICA

CULTIVO DE YERBA MATE

AUTORES

Natalia de Jesús Zelada Cardozo

Ingeniera Agrónoma

Área de Producción Agrícola

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Nacional de Asunción

Correo electrónico: natalia.zelada@agr.una.py

Jorge Daniel González Villalba

Ingeniero Agrónomo, Dr.,

Área de Economía Rural

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Nacional de Asunción

Correo electrónico: vdecano@agr.una.py



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos por el apoyo al Proyecto “Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por Pequeños Productores Rurales del Paraguay” en el cultivo de yerba mate, al Ministerio de Agricultura y Ganadería, a la Dirección de Extensión Agraria, a los técnicos del Centro de Desarrollo Agropecuario Caazapá, Lic. Felipe Cano Oviedo, Ing. Agr. Herminio Acosta Alarcón, B.T.A. Oscar Vidal Alarcón González, Ing. Agr. Francisco Fermín Romero Benítez, B.T.A. Silvio Villalba Morínigo, asimismo, a los integrantes de los comités de productores “San Juan Bautista”, distrito de Tavaí y “San Rafael”, distrito de Fulgencio Yegros (Departamento de Caazapá). Al Ing. For. Juan José Vera Samaniego. A los técnicos de la Gobernación de Caazapá Lic. Manuel Morel Paiva, Ing. Agr. Hugo Asunción Espínola López, a la municipalidad de Fulgencio Yegros y a la técnica de la institución, Ing. Agr. Rossana Elizabet Ayala Kroug. Finalmente, a todos los docentes y funcionarios de la Facultad de Ciencias Agrarias que apoyaron la ejecución del Proyecto.



PRÓLOGO

Guías Técnicas para adopción de Paquetes Tecnológicos

La actividad agrícola para el desarrollo económico del Paraguay, y por sobre todo, el impacto socio económico de este sector en la calidad de vida de los paraguayos, históricamente ha sido objeto principal de numerosas intervenciones tanto del Gobierno Nacional como de la Cooperación Internacional. En este sentido, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), ha apoyado las iniciativas locales para la promoción y mejoramiento de las condiciones de vida de los productores rurales desde el inicio de sus actividades en el país, hace más de 40 años.

En el año 2011, con una visión más territorial y enfatizando las actividades vinculadas con la agricultura familiar y autogestión de pequeños productores, a través del Estudio para el Desarrollo Rural Integral dirigido al Pequeño Productor (EDRIPP), la JICA propuso al Gobierno Paraguayo lineamientos para el desarrollo de los diferentes territorios en el Paraguay, caracterizándolos en base a sus condiciones particulares. En este contexto, la JICA ha llevado a cabo varios proyectos y estudios sectoriales enfocados a la promoción y mejoramiento de los principales cultivos del Paraguay, siendo uno de los proyectos más exitosos el de mejoramiento del cultivo y calidad del sésamo, con la iniciativa de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción y el fuerte apoyo del sector privado.

Tras esta primera formidable experiencia con la Facultad de Ciencias Agrarias, hemos tomado la decisión de apoyar conjuntamente otros cultivos significativos en las principales zonas productivas del país, iniciando en el año 2015 la implementación del “Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por pequeños productores rurales en el Paraguay” (Proyecto PPT), con el propósito

de fortalecer la producción, rendimiento y manejo sanitario de 7 cultivos de gran impacto en la economía del pequeño productor, como son la caña de azúcar, yerba mate, mandioca, poroto, maíz, cebolla y cítricos, enfocando esfuerzos en los departamentos de Caaguazú y Caazapá.

Con visión innovadora, el Proyecto PPT ha incorporado el conjunto de conocimientos de prácticas agrícolas, provenientes tanto de la investigación como del conocimiento empírico con base cultural, al concepto de “paquete tecnológico”, trabajando lado a lado con el productor, para que la tecnología aplicada redunde en cambios positivos en la producción y productividad de sus cultivos.

El resultado de 4 años de trabajo con los productores, ha sido sistematizado en la serie de “GUÍAS TÉCNICAS PARA LA ADOPCIÓN DE PAQUETES TECNOLÓGICOS” con el fin de extender el aprendizaje acumulado a través del Proyecto PPT a los extensionistas del presente, y a los estudiantes que aspiran a ser profesionales del sector rural y futuros extensionistas.

Como cooperación japonesa, es nuestro mayor deseo que estas GUIAS se constituyan en un instrumento transformador de la gestión de la producción en las fincas agrícolas a través del recurso humano altamente capacitado con información y técnicas adecuadas a la realidad de los productores rurales.

Lic. Norio Yonezaki

Representante Residente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Oficina en Paraguay



PRESENTACIÓN

La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (**FCA/UNA**) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (**JICA**), pone a disposición de productores, estudiantes y técnicos en general la presente **GUÍA TÉCNICA PARA EL CULTIVO DE YERBA MATE**, elaborada por el “*Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos para cultivos producidos por Pequeños Productores Rurales del Paraguay*” (PPT), implementado por la (FCA/UNA) entre los años 2015-2019, con asistencia técnica y financiera de (JICA) Oficina en Paraguay.

La elaboración de la Guía Técnica para el cultivo de yerba mate obedece a la decisión del PPT de fortalecer la producción, rendimiento y manejo sanitario de cultivos de importancia económica y alimentaria que son producidos por pequeños productores rurales en el Paraguay, específicamente en los departamentos de Caaguazú y Caazapá.

La presente Guía Técnica fue desarrollada bajo una concepción teórica y metodológica denominada “*Paquete tecnológico*” que incorpora conocimientos provenientes de la investigación, la extensión y el conocimiento empírico de los productores, a través de una interacción participativa entre los actores, que posibilite cambios positivos en la producción y productividad del cultivo por medio de la adopción de una tecnología sustentable. Como estrategia de transferencia de tecnología, el PPT instaló parcelas demostrativas en fincas de productores, previo consenso sobre componentes tecnológicos preexistentes e intercambiando conocimientos con los actores para la validación en finca.

Los trabajos de investigación y participación de productores, técnicos y extensionistas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG/DEAg) para la elaboración de esta guía, se ubican territorialmente en el departamento de Caazapá, en los distritos de Tavaí y Fulgencio Yegros, en las compañías Atongue y San Rafael respectivamente, donde la yerba mate constituye un rubro de renta importante y se comercializa volúmenes importantes.

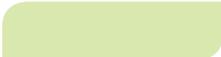
La guía presenta un amplio marco referente al cultivo presentando la clasificación botánica y morfológica, características, variedades, exigencias, manejo, cosecha, poscosecha, costo y rentabilidad de la misma. Por otra parte informaciones y datos generados en la investigación son presentados haciendo que este material sea de utilidad tanto a técnicos como a profesionales, agricultores y estudiantes con el propósito de servir de apoyo y sustento para potenciar la agricultura familiar a través del fortalecimiento de la autogestión de los pequeños productores.

Prof. Ing. Agr. Luis Guillermo Maldonado Chamorro

Decano

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Nacional de Asunción



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	15
2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA Y MORFOLÓGICA	17
3. EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS	18
3.1 Clima	18
3.2 Suelo	18
4. VARIEDADES	19
5. MANEJO DEL CULTIVO	20
5.1 Principios fisiológicos básicos	20
5.2 Selección de la parcela y antecedentes	21
5.3 Manejo de suelos	23
5.3.1 Descompactación	23
5.3.2 Manejo de malezas en yerba mate	25
5.3.2.1 Cobertura de suelos	26
5.3.2.1.1 Uso de abono verde en el manejo de malezas	27
5.3.2.1.2 Yerba mate con cultivos anuales	27
5.3.2.2 Experiencia en parcela demostrativa con diferentes coberturas de suelos para manejo de malezas	28
6. ENMIENDA Y FERTILIZACIÓN	32
6.1 Extracción de muestras y análisis de suelo	32
6.2 Aplicación de enmienda	34
6.2.1 Cal agrícola	34
6.2.2 Materia orgánica	34
6.2.3 Fertilización	35
6.2.3.1 Aspectos a tener en cuenta para la fertilización	36
6.2.3.2 Fertilización de acuerdo a los resultados del análisis de suelo	37
6.2.3.2.1 Experiencia en parcela demostrativa	37



ÍNDICE

7. MANEJO DE PLAGAS	40
7.1 Plagas	40
7.1.1. Rulo de la yerba mate, ampolla o psílido (<i>Gyropsylla spegazziniana</i>)	40
7.1.2. Kiritó, taladro o tigre de los yerbales (<i>Hedyphates betulinus</i>)	41
7.1.3. Marandova de la yerba mate (<i>Perigonia lusca</i>)	42
7.1.4. Complejo de ácaros	42
<hr/>	
8. COSECHA, MANEJO POSTCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN	44
8.1 Poda de formación	44
8.2 Cosecha tradicional	45
8.3 Cosecha mejorada	46
8.4 Cuidados postcosecha y manejo de la hoja cosechada	47
8.5 Experiencia en recuperación de parcelas	48
8.5.1 Resultados cuantitativos	48
8.5.2 Resultados cualitativos	49
<hr/>	
9. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO	53
9.1 Resultados en parcelas	55
9.2 Anexo	58
<hr/>	
10. BIBLIOGRAFÍA	59

YERBA MATE





1

INTRODUCCIÓN

La yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) es una planta originaria de América del Sur. Su área de dispersión natural se da principalmente en Paraguay, Argentina y Brasil. Existen bibliografías que hacen referencia a ejemplares aislados en Bolivia y Uruguay.

Samaniego (1927) menciona que los yerbales cultivados han modificado la geografía de la planta. Hoy por el cultivo se ha constatado, que toda zona de tierra colorada, blanda o arenosa con subsuelo no pedregoso es apta para ser transformada en un hermoso yerbal. Muchos colonos, especialmente alemanes, y, así también muchos paraguayos, radicados en diferentes pueblos, se iniciaron desde hace años al cultivo de la yerba mate, con todo éxito.

Antes de la colonia su consumo estaba muy difundido entre los indios guaraníes quienes consumían sus hojas y conocían sus propiedades medicinales.

En el año 1609 los jesuitas dieron inicio a su domesticación. Debido a la creciente demanda buscaron cultivarla comercialmente. Las hojas de la yerba mate fueron exportadas a Europa donde se la conocía como té de los Jesuitas.

En el año 1823 el naturalista francés Augusto de Saint Hilaire la clasifica con su nombre científico "*Ilex paraguariensis*", probablemente esto se deba a que el primer lugar donde la haya encontrado fue en el Paraguay.

La yerba mate es una planta perenne, botánicamente pertenece a la familia de las aquifoleáceas.

En su estado natural dentro de los bosques puede tener más de 20 metros de altura, en una parcela comercial en la cual se la cosecha cada año su altura ronda los 3 metros.

En los países productores y sus vecinos el consumo de este producto se da en bebidas denominadas maté, tereré o cocido, el consumo está muy ligado a la tradición y costumbre de los pobladores. En otras partes del mundo el consumo de la yerba mate se da por la difusión que hacen los pobladores que migran de los países productores a otras partes del mundo y viceversa.

Existen esfuerzos por parte de los países productores de conquistar nuevos mercados, dando a conocer las propiedades de esta planta y bondades que ofrece para la salud, en los cuales se consume actualmente para el desarrollo de sabores, bebidas energéticas y otros productos innovadores.

En el Paraguay, según datos oficiales el área de siembra es de 20.600 hectáreas, de las cuales se obtiene una producción de 104.751 toneladas de hoja verde con rendimiento promedio por hectárea de 5.085 kilogramos.

La presente guía es un compilado de información técnica enriquecida con las experiencias prácticas desarrolladas durante el proyecto. Está enfocada en lo que se denomina recuperación de plantaciones degradadas, debido a que una problemática de las pequeñas explotaciones es que las plantaciones de yerba mate son abandonadas o descuidadas en los años en que los precios de las hojas cosechadas no son muy favorables y en los años en que cíclicamente vuelve a tener buenos precios lleva mucho tiempo levantar esos rendimientos, lo que dificulta a los agricultores coincidir buenos precios y kilogramos por área.

La recomendación es mantener las parcelas con los cuidados mínimos necesarios para que cuando la materia prima presente precios alentadores para el agricultor, exista una buena producción y rendimientos satisfactorios.

2

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA Y MORFOLÓGICA

La yerba mate pertenece a la clase de las dicotiledóneas, dialipétalas corolianas, familia de las aquifoliáceae, del género Ilex que comprende casi toda la familia (175 de las 181 especies) dispersas en toda Sudamérica.

Sus hojas son alternas coriáceas, de forma obovada, elípticas, con borde aserrado, resolutivo. Sus dimensiones difieren entre 5 a 15 centímetros (cm) de largo por 2 a 5 de ancho. Perduran en la planta unos tres años.

En estado de plena madurez son espesas, duras y lucen como enceradas, de color verde más intenso en su cara superior que en la inferior presentando un corto pecíolo de color claro verdoso, a veces ligeramente rosado.

La floración tiene lugar entre los meses de octubre a diciembre es de tipo racimosa, en forma de falsas panojas, desarrollándose en las axilas de las hojas y en la base de las ramitas en número de 40 a 50 flores por racimo. Sus flores son pequeñas, dioicas, con cáliz y corola de constitución tetrámera.

La raíz de color marrón es de tipo pivotante, con raíces secundarias que se insinúan en el mismo sentido.

3

EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

3.1 Clima

La yerba mate como planta del subtrópico, requiere mucha humedad en la tierra y en el ambiente. La temperatura media requerida oscila entre los 15,5 y 25,5 grados Celsius (°C), la óptima para el cultivo es entre 20 y 23 °C como media anual. Soporta heladas ocasionales de hasta 8 °C, siempre que no haya sido despojada de sus hojas.

La necesidad de agua se intensifica entre los meses de septiembre a febrero, debido a que son los más cálidos. La necesidad de agua en estos meses se acentúa en plantas jóvenes, recién trasplantadas al lugar definitivo, por esto es tan importante prever de una cobertura o protección a las nuevas plantaciones. Para un buen desarrollo la planta normalmente necesita 1.500 milímetros (mm) de lluvias anuales.

3.2 Suelo

La planta de yerba mate presenta buen desarrollo en suelos areno arcilloso y arcillo arenoso. Ricos en ácido fosfórico, potasio y hierro, donde las aguas no se estanquen y el subsuelo sea permeable, prefiriendo los suelos profundos.

En su estado natural se la encuentra preferentemente en alturas comprendidas entre los 500 y 1.500 metros (m), se supone que su ausencia en regiones de mayor altura se debe a la poca profundidad de los suelos. Es conveniente destacar también que pese a lo mencionado, fueron observados ejemplares de plantas de yerba mate en parcelas pedregosas.

Otra característica de esta especie es su ocurrencia en suelos con alto contenido de aluminio, lo que parece indicar que este elemento influencia positivamente en su desarrollo.

Como su área natural pertenece a la parte baja de los bosques responde con buenos rendimientos a contenidos óptimos de materia orgánica en el suelo.

4

VARIEDADES

Los productores identifican variedades de acuerdo a la forma de las hojas, las cuales son denominadas como: Ca'a panambi, Ca'a panambi guazú, Ca'a ñu, Ca'a mandubí, Ca'a sa'yjumi.

En una parcela comercial existe una variación considerable en cuanto a forma de la planta y forma de la hoja. Si bien es dudoso que la forma de la hoja sea una característica suficientemente constante como para efectuar una clasificación, las realizadas lo han sido, teniendo en cuenta esa única característica.

En el Paraguay no se han efectuado hasta el presente, estudios científicos de determinación de variedades de yerba mate, tarea larga y dificultosa, debido a las numerosas hibridaciones existentes.

5

MANEJO DEL CULTIVO

La yerba mate es una planta perenne, es posible obtener cosechas de una misma planta por varios años. A mayor cuidado del cultivo este retornará en mayores rendimientos y longevidad de la planta.

Si desde la instalación de la plantación se acompaña al cultivo con cuidados, el mismo tiene mayores posibilidades de desarrollo y productividad.

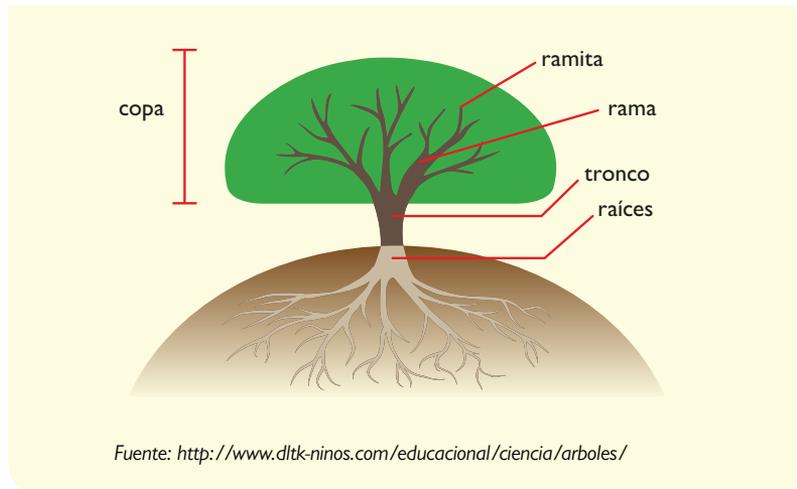
La recuperación de plantaciones degradadas, consiste en iniciar los trabajos de manejo en una parcela de yerba mate considerada de bajos rendimientos con la finalidad de elevarlos y aumentar los kilogramos (kg) cosechados por área. Los resultados del proceso de recuperación lleva varios años, y puede ser comparado con los que tarda en obtenerse las primeras cosechas comerciales de una nueva plantación.

5.1 Principios fisiológicos básicos

Existe una relación proporcional entre el desarrollo de la copa de la planta (parte aérea) y el sistema radicular (*Figura 1*), que afecta la longevidad y el vigor de las plantas. A mayor desarrollo radicular, mayor desarrollo de la parte aérea de las plantas y viceversa, y esto dará más kilos de hojas en yerba mate. Es por esto tan importante en el manejo de plantas de yerba mate, cuidar del suelo y del sistema de cosecha.

La actividad de manejo de suelo junto con la de cosecha, es una de las más importantes para mantener la productividad de las plantas de yerba mate.

Figura 1. Relación desarrollo radicular y parte aérea de la planta.



5.2 Selección de la parcela y antecedentes

En el trabajo de campo durante el proyecto, se trabajó parcelas demostrativas de yerba mate en los distritos de Fulgencio Yegros y Tavaí, ambos del departamento de Caazapá.

En el distrito de Fulgencio Yegros, los productores manifestaron la necesidad de conocer el manejo del cultivo desde la instalación de la parcela y el acompañamiento a nuevas plantaciones, con el objetivo de disminuir la pérdida de plántines y asegurar buenos rendimientos con un buen manejo de plantas desde el principio, por la duración del proyecto y el tiempo que lleva la primera cosecha comercial de yerba mate, no se obtuvo resultados de rendimientos en esta parcela.

En el distrito de Tavaí los productores seleccionaron una finca en la cual en la misma parcela existen plantas de yerba de 2 edades, esto permitió conocer el manejo para plantas adultas (recuperación de plantaciones) y plantas jóvenes. De acuerdo a lo comentado por los productores, la parcela demostrativa seleccionada con el transcurrir de los años iba disminuyendo el rendimiento.

En la compañía Atongue del distrito de Tavaí, se encuentra la parcela demostrativa. Según datos proporcionados por el cooperador las plantas adultas fueron instaladas en el año 2007, en un distanciamiento de 4 m x 2 m, con una densidad aproximada de 1.250 plantas por hectárea. En octubre de 2014 todos los socios del comité recibieron plántines de yerba mate, el cooperador utilizó los que le correspondían para aumentar la densidad en la parcela, en un distanciamiento de 2 m x 2 m, llegándose a 2.500 plantas por hectárea. Esta descripción puede visualizarse en la figura 2.

Figura 2. Croquis de la parcela demostrativa, comité San Juan Bautista, Tavaí, Caazapá.



REFERENCIAS	
X	Plantadas en el año 2014 (i) Hilera de plantas jóvenes (2014)
X	Plantadas en el año 2007 (a) Hilera de plantas adultas (2007)
X	Mortandad de plantas

La parcela seleccionada presentaba características que contribuían al bajo rinde de la plantación, los que se citan a continuación:

- suelo compactado
- plantas atrofiadas o con escaso desarrollo
- cosechas mal realizadas
- hileras a favor de la pendiente
- pocas plantas productivas por área (con varios lugares vacíos debido a plantas que se perdieron al instalar la parcela)
- desuniformidad en tamaño y edad de las plantas

Debido a los factores mencionados con los años, los kilogramos de hoja verde cosechados disminuyeron considerablemente, los mismos se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Rendimiento antes del Proyecto Paquetes Tecnológicos (PPT), parcela demostrativa, comité San Juan Bautista, Tavaí, Caazapá.

Años antes de PPT	Rendimiento estimado por hectárea
3	4.375 kg/ha
2	2.500 kg/ha
1	1.063 kg/ha

5.3 Manejo de suelos

Las principales labores de manejo de suelos en el cultivo de yerba mate consisten en la descompactación, el manejo de malezas y en mantener la cobertura de suelo.

Existen varias posibilidades de manejo de suelo en un yerbal, la elección de la misma dependerá de la situación en la que se encuentre la parcela y las posibilidades del productor.

5.3.1 Descompactación

En muchas explotaciones productivas de la agricultura familiar se continúa utilizando sistemas inadecuados de manejo de suelo, donde predomina el laboreo excesivo, este indefectiblemente lleva a la compactación.

La compactación es la camada dura de suelo, dificulta la infiltración del agua, y es una limitante para el desarrollo de raíces, encargadas de absorber agua y nutrientes para la planta, también se la conoce como pie de arado. Puede darse a profundidades que varían entre 12 a 30 cm.

El pie de arado o compactación es uno de los principales problemas en un suelo sin manejo adecuado. Normalmente se presenta en áreas sometidas por varios años al tráfico intensivo de ciertos implementos agrícolas como el arado y la rastra de discos.

En parcelas con plantas de 3 años de edad se encontró mortandad de las mismas, al ser extraídas, se observaron problemas en las raíces (*Figura 3*) que pueden ser debido a una mala selección de plantines o mala preparación de suelos en la parcela.

El primer trabajo realizado en la parcela demostrativa, luego de la extracción de muestras para el análisis de suelos, fue la descompactación. Se procedió a eliminar las camadas duras de suelo, que impedían el buen desarrollo de raíces y la infiltración de agua, mediante la práctica del subsolado.



Figura 3. Problema de raíces en plantas de yerba mate.



Figura 4. Sistema inadecuado de manejo de suelos, utilización de implementos cercano a las raíces ocasionando la ruptura de las mismas.



Figura 5.
Descompactación por procesos biológicos con el uso de abono verde *Canavalia*.

En capacitaciones realizadas en el marco del proyecto, se explicó a los productores que no se debe pasar arado entre las hileras de la yerba porque daña totalmente el sistema radicular de las plantas (Figura 4). Muchas veces el arado es utilizado en las plantaciones de yerba mate buscando aflojar el suelo o como un sistema de manejo de malezas.

El implemento recomendado para iniciar el proceso de descompactación es el subsolador, con la utilización de este, se da en el suelo la rotura vertical, que es la forma menos agresiva de mover el suelo para las raíces laterales de la planta, encargadas de aprovechar nutrientes y agua. El lugar recomendado para realizar el subsolado es en el medio de las hileras, lo más alejado posible de las raíces de la planta, de este modo se rompe verticalmente el suelo, disminuyendo la cantidad de raíces laterales afectadas.

En la parcela demostrativa fue realizada la descompactación mediante dos procesos:

- la descompactación por procesos mecánicos, con subsolado a tracción animal, con 2 pasadas entre las hileras del cultivo de yerba mate.
- la descompactación por procesos biológicos mediante el uso de abonos verdes de raíz pivotante (*Figura 5*).

Se recomienda repetir la práctica de subsolado cada 3 años o según se vea la necesidad, esto dependerá del avance de la descompactación en cada suelo.

5.3.2 Manejo de malezas en yerba mate

Existen diferentes alternativas de manejo de malezas en yerba mate. Siempre se debe buscar que estas sean compatibles con un sistema sustentable y sostenible para el productor.

Buscando el control de malezas es cuando muchas veces se degrada el suelo, al realizar aradas innecesarias, porque dañan totalmente el sistema radicular del cultivo de yerba mate, y dan lugar a la compactación y pérdida de nutrientes por erosión.

En plantaciones nuevas de yerba mate durante los tres años posteriores al trasplante, uno de los principales problemas es la competencia de las malezas. Y de no atenderse este aspecto puede ocasionar pérdida de plántines o retraso considerable en el desarrollo de la nueva plantación.

Respecto a las malezas en yerba mate, no todas las plantas que crecen dentro y entre las hileras de yerba mate pueden ser consideradas “malezas”.

Son malezas aquellas plantas perennes ya sean de hojas anchas o gramíneas porque tienen un sistema radicular muy desarrollado o con estolones que compiten fuertemente con las raicillas de la yerba mate. Son consideradas también malezas en yerba mate los *ysypo* pues al desarrollarse suben por las plantas, rodeándola totalmente (*Figura 6*). Las plantas de hojas anchas anuales no son consideradas malezas.

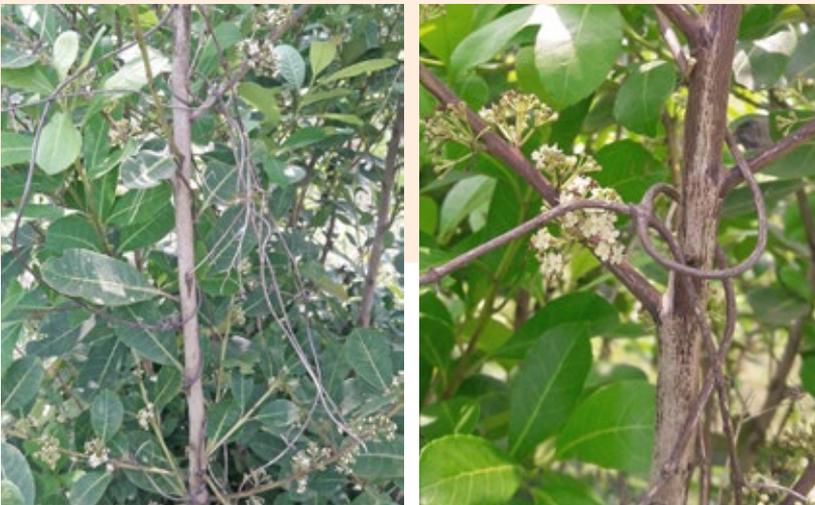


Figura 6. Presencia de *ysypo* en parcelas de yerba mate.

Cuando está presente una población importante de malezas perennes, la solución más recomendada es la siembra de abono verde especialmente de verano como el kumanda guazú (*Canavalia ensiforme*) o la mucuna enana (*Mucuna deeringiana*), estos presentan una cobertura total en el suelo y no dan oportunidad a la emergencia de malezas, como se observa en la figura 5.

5.3.2.1 Cobertura de suelos

La cobertura de suelo en el manejo de plantas de yerba mate tiene un papel muy importante. Es utilizada para disminuir la erosión (hídrica y eólica), evitar o manejar la aparición de malezas y aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo.

En capacitación con los integrantes del comité se explicó que el suelo yerbatero preferentemente debe permanecer protegido mediante el uso de planta de cobertura viva o muerta (Figura 7), estas limitan el espacio y luz para la emergencia de malezas, buscando aumentar la fertilidad natural, reducir la erosión y compactación del suelo, manteniendo la temperatura y humedad del suelo.

Pueden ser utilizados para cobertura de suelos:

- los rastrojos de cultivos
- el manejo de la vegetación espontánea existente (malezas)
- siembra de plantas de cobertura, como son los abonos verdes de verano e invierno

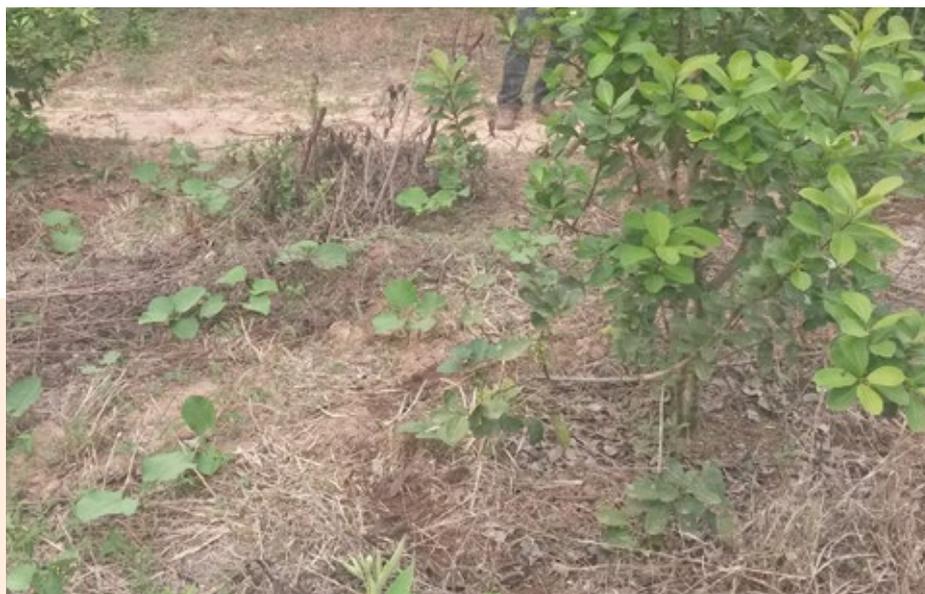


Figura 7. Germinación y emergencia del abono verde de verano canavalia sobre rastrojos, comité San Juan Bautista, Tavaí, Caazapá.

5.3.2.1.1 Uso de abono verde en el manejo de malezas

El abono verde actúa por competencia con las malezas por los factores ambientales sea por arriba o por abajo en el suelo (Figura 8). Pero la acción menos conocida y, tal vez, la más importante es su acción por alelopatía, es decir, la inhibición directa que causa el abono verde sobre las malezas usando sustancias tóxicas o disuasivas.



Figura 8. Cobertura de suelo con abono verde de invierno avena y cortina de kumanda yyyraí en parcela de yerba mate de 3 años de implantación, comité San Rafael, Fulgencio Yegros, Caazapá.

La mucuna enana y la canavalia, entre otras leguminosas, producen enormes cantidades, especialmente el primero, entre 0.5 a 1.5% de peso verde, de L-DOPA (dihidroxifenilalanina) que es la inhibidora de malezas.

Principales beneficios del uso de abonos verdes en plantaciones de yerba mate

- disminuye la aparición de malezas,
- disminuye la cantidad de carpidas,
- raíces descompactan el suelo,
- aportar materia orgánica al suelo,
- reduce la pérdida de nutrientes por lixiviación o erosión,
- mejora la eficiencia del agua en el suelo,
- aumenta la actividad microbiana.

5.3.2.1.2 Yerba mate con cultivos anuales

En la mayoría de los casos, principalmente los productores de la agricultura familiar realizan asociación o consorciación de otros rubros agrícolas con la yerba mate, debido a varios motivos, entre los principales mencionados por ellos se encuentran:

- optimizar el uso de la tierra, debido a la disponibilidad de espacio entre las plantas de yerba.
- al realizar las carpidas y limpieza del cultivo anual también se realiza la limpieza de la yerba mate.

El sistema productivo a utilizar ya sea yerba mate en monocultivo o en asociación dependerá de cada productor y de sus condiciones tanto económicas como de disponibilidad de suelo, pero la recomendación técnica es mantener a la yerba mate como monocultivo, para respetar el espacio destinado a cada planta, permitiendo el mayor desarrollo aéreo y radicular de las plantas, y así expresar su mayor potencial de rendimiento en kilogramos por área.

No es recomendable realizar plantaciones de cultivos anuales con el pretexto de mantener limpio los cultivos pues compiten directamente con la yerba mate y dañan las raicillas.

También es importante resaltar que existen cultivos con mismo requerimiento nutricional que el de la yerba mate pudiendo competir fuertemente entre ellas por un mismo nutriente, así como otras plantas con requerimiento totalmente diferente en cuanto a pH de suelo o nutrientes.

5.3.2.2 Experiencia en parcela demostrativa con diferentes coberturas de suelos para manejo de malezas

Buscando identificar la cobertura de suelo más conveniente para los productores del comité San Juan Bautista se expuso 4 (cuatro) posibilidades de cobertura viva para manejar malezas en yerba mate y se consensuó entre los participantes.

Los integrantes del comité decidieron conocer el resultado de todas las alternativas, y que a partir de las mismas cada productor pueda escoger la que más se adapte a su sistema productivo, en vista a que cada finca tiene una realidad diferente tanto en tamaño de plantas, como en condiciones económicas para adquirir los diferentes insumos de las tecnologías propuestas, y disponibilidad de mano de obra.

El área útil para parcela demostrativa se dividió en 4 sub parcelas, denominadas sub parcela A, sub parcela B, sub parcela C y sub parcela D; en cada una se instalaron diferentes coberturas de suelo, las mismas se detallan en la *tabla 2*.

Tabla 2. Prueba de diferentes coberturas de suelo en parcela demostrativa, comité San Juan Bautista, Tavaí, Caazapa.

Sub parcela A	Sub parcela B	Sub parcela C	Sub parcela D
1. Aplicación de graminicida (100 cc/20 l)	1. Aplicación de graminicida (100 cc/20 l)	1. Aplicación de graminicida (100 cc/20 l)	1. Aplicación de graminicida (100 cc/20 l)
2. Subsulado (a tracción animal)	2. Subsulado (a tracción animal)	2. Subsulado (a tracción animal)	2. Subsulado (a tracción animal)
3. Siembra de abono verde de verano canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>)	3. Siembra de abono verde de verano kumanda yvyraí (<i>Cajanus cajan</i> s)	3. Siembra de cultivo de verano (poroto) con tecnología del productor	3. Solo corpida (no se hace siembra de ningún rubro, ni abono verde)

Resultados:

En la evaluación de los resultados de las diferentes coberturas de suelos se preguntó al cooperador cual fue la cobertura de suelos más eficiente en el manejo de malezas y cuál utilizaría, el mismo manifestó que optaría por la siembra de abono verde canavalia porque fue la que mejor cobertura presentó, y solo se limpia una vez que es cuando se realiza la siembra. El principal beneficio es la menor cantidad de limpiezas en comparación a las otras coberturas, además del conocido efecto que tiene en la recuperación de suelos.

La comparación de observaciones realizadas a cada cobertura se detalla en la *tabla 3*.

Tabla 3. Comportamiento de diferentes coberturas de suelo en yerba mate, parcela demostrativa, comité San Juan Bautista, Tavaí, Caazapá.

Sub parcela	Cobertura	Observaciones
Sub parcela A	Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>).	Se limpia el suelo de la parcela una sola vez que es cuando se realiza la siembra del abono verde. Presenta rápida cobertura total del suelo, evitando la emergencia de malezas.
Sub parcela B	Kumanda yvyraí (<i>Cajanus cajan</i> s)	En la etapa inicial el kumanda yvyraí presentó muy poca cobertura al suelo, las malezas proliferaron rápido y se debió repetir la limpieza. Cuando las plantas de kumanda yvyraí son grandes presenta buena cobertura del suelo, pero esto tarda mucho tiempo, permitiendo la proliferación de malezas.
Sub parcela C	Cultivo de verano (poroto)	Una vez cosechado el grano termina el ciclo del cultivo y rápidamente deja sin cobertura al suelo dando oportunidad a la aparición de malezas.
Sub parcela D	Corpida (no se hace siembra de ningún rubro, ni abono verde)	Es una alternativa, pero no la adoptó.

Por otro lado el cooperador observó que el herbicida en la dosis utilizada eliminó de la parcela al capí pororó, maleza de difícil control.

En el año 2 del proyecto el control de malezas en la parcela demostrativa se dio mediante la implantación de cobertura viva de suelos (abonos verdes de verano y de invierno). Esta fue la elección que realizó el productor en la evaluación de resultados de las diferentes coberturas de suelo, donde manifestó que consideraba este el mejor sistema para controlar malezas.

Desde el mes de agosto del año 2015 el suelo de la parcela está cubierto permanentemente con abonos verdes tanto de verano como de invierno, encontrándose de esta forma dentro de un proceso de recuperación de suelos.

La *tabla 4* resume la utilización de especies de abono verde en la parcela, desde agosto de 2015.

En el tiempo comprendido entre la siembra de semillas de abono verde y el desarrollo total de la cobertura de suelos, se da un periodo de competencia entre el abono verde y las malezas, denominado como periodo crítico de competencia, en el cual es conveniente intensificar los cuidados al abono verde con carpidas, hasta que el mismo pueda cubrir totalmente el suelo inhibiendo el desarrollo de las malezas. En el caso de la parcela demostrativa se realizó una limpieza de la parcela antes de instalar el abono verde y una carpida al abono verde para eliminar competencia de malezas en lugares puntuales donde se vio incidencia de las mismas.

Otro dato práctico e importante aportado por el cooperador en cuanto a la utilización de abonos verdes, fue que identificó que, respetando la densidad y distancia de siembra recomendada para cada abono verde es cuando cumple su función de controlador de malezas, y que al sembrarlos en densidades más bajas, es decir menor cantidad de semillas que las recomendadas, tardará mas tiempo en cubrir totalmente el suelo y se dará oportunidad a la emergencia de malezas que compita con el cultivo.

En las parcelas demostrativas de los distritos de Tavaí y Fulgencio Yegros, el manejo de malezas fue realizado con la siembra de abonos verdes de verano y de invierno (*figuras 7 y 8*).

Los abonos verdes además de recuperar la fertilidad de los suelos, participan en el ciclaje de nutrientes y mejoran la aireación del suelo.

Tabla 4. Resumen de la utilización de especies de abono verde en recuperación de yerbales degradados, parcela demostrativa, comité San Juan Bautista, Tavaí, Caazapá.

Época	Fecha de Implantación	Especie	Cantidad de semillas	Distanciamiento / Método de siembra
Verano año 1	1 ^{ra} quincena de Octubre de 2015	Canvalia (<i>Canavalia ensiformis</i>)	120 kg/ha, 2 - 3 semillas/hoyo	0,50 m entre hileras 0,30 m entre plantas
		Kumanda yvyraí (<i>Cajanus cajan</i>)	35 kg/ha, 7 - 8 semillas/hoyo	0,50 m entre hileras 0,30 m entre plantas
Invierno año 1	1 ^{ra} quincena de mayo de 2016	Avena (<i>Avena strigosa</i>)	80 kg/ha	Al voleo
Verano año 2	1 ^{ra} quincena de octubre de 2016	Canvalia (<i>Canavalia ensiformis</i>)	35 kg/ha, 7 - 8 semillas/hoyo	0,50 m entre hileras 0,30 m entre plantas
		Kumanda yvyraí (<i>Cajanus cajan</i>)	35 kg/ha, 7 - 8 semillas/hoyo	0,50 m entre hileras 0,30 m entre plantas
Invierno año 2	2 ^{da} quincena de mayo de 2017 (consorciación)	Avena (<i>Avena strigosa</i>)	80 kg/ha	Al voleo
		Nabo forrajero (<i>Raphanus sativus</i>)	5 kg/ha	Al voleo
		Lupino blanco (<i>Lupinus albus</i>)	60 kg/ha, 3 - 4 semillas/hoyo	0,50 m entre hileras 0,30 m entre plantas
Verano año 3	Noviembre de 2017	Canvalia (<i>Canavalia ensiformis</i>)	35 kg/ha, 7 - 8 semillas/hoyo	0,50 m entre hileras 0,30 m entre plantas

6

ENMIENDA Y FERTILIZACIÓN

6.1 Extracción de muestras y análisis de suelo

En el caso de plantaciones de yerba mate a ser establecidas es conveniente hacer el muestreo y análisis de suelos al menos 6 meses antes de la plantación, para que sean hechas las debidas correcciones de acides y fertilidad de suelos.

En el caso de plantaciones ya establecidas estas pueden ser realizadas según necesidad o cada tres años. Es recomendable realizar los análisis de suelos después de la cosecha de manera a conocer cuál será la cantidad de fertilizante a aportar al suelo en el mes de septiembre.

El análisis de suelos es una herramienta que nos permitirá conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo, y si están dadas las condiciones para su aprovechamiento.

En cuanto a la extracción de muestras de suelos, en el año 1 fueron extraídas un total de 250 muestras por hectárea, a la profundidad de una pala, aproximadamente 30 cm.

Los resultados de análisis de suelos se detallan en la *Tabla 5*.

Tabla 5. Resultados de análisis de suelos, parcela demostrativa, comité San Juan Bautista, Tavaí, Caazapá.

Item	Rango óptimo	Dato año 1	Dato año 2	Comparación actual-anterior
pH (mide acidez)	4,5 - 5,5	5,50	5,70	↑ 0,20
MO (Materia Orgánica)	2,00	0,61	0,93	↑ 0,32
P (Fósforo)	21,00	0,93	2,80	↑ 1,87
Ca (Calcio)	4,25	1,20	0,37	↓ 0,83
Mg (Magnesio)	0,60	0,41	0,19	↓ 0,22
K (Potasio)	0,15	0,02	0,04	↑ 0,02
Na (Sodio)	2,25	0,00	0,06	↑ 0,06
Al (Aluminio)	0,51	0,00	0,00	

Nitrógeno

El análisis del suelo no arroja valor de nitrógeno, pero muy bajo contenido de materia orgánica puede expresar poco contenido de nitrógeno.

El nitrógeno influye en el crecimiento de hojas, tallos de color verde y otorga resistencia contra las plagas, por lo tanto si se reduce su contenido afectará negativamente la función mencionada.

Fósforo

Cumple funciones en la formación de raíces, a su vez resistencia a sequías, en la maduración temprana de semillas y frutos. El contenido de las muestras analizadas arrojó 0,93 miligramos (mg) y 2,80 mg, los cuales son bajos, limitará las funciones mencionadas.

Potasio

La función del Potasio es la formación raíces y tallos fuertes, semillas y hojas gruesas ayuda a mover los nutrientes en el interior de las plantas. El análisis dio como resultado para el primer y segundo año 0,02 centimoles de carga por kilogramo de suelo (cmol), 0,04 cmol y 0,07 cmol considerados bajos, lo cual afectará las funciones mencionadas.

6.2 Aplicación de enmienda

6.2.1 Cal agrícola

La planta de yerba mate es una planta acidófila, a diferencia de la mayoría de los cultivos desarrolla sus funciones normales en un suelo ácido, tolera suelos con pH 4,5 a 5,5 normalmente no requiere aplicación de calcáreo a no ser en casos extremos de acidificación de suelo y presencia de aluminio.

Según los resultados de análisis de suelos realizados en laboratorio de la FCA/UNA la parcela demostrativa presentó pH 5,50 y 5,70 para el primer y segundo año respectivamente, considerado dentro del rango óptimo para el normal desarrollo de las plantas, motivo por el cual no fue realizada la aplicación de calcáreo.

6.2.2 Materia orgánica

La materia orgánica está formada por todos los restos de plantas, animales y microorganismos, que se encuentran sobre el suelo o enterrados en este, en todos los estados de descomposición.

Posee las siguientes características:

- *la materia orgánica* contribuye al crecimiento vegetal mediante sus efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- *tiene función nutricional*: la que sirve como fuente de N, P para el desarrollo vegetal.
- *tiene función biológica*: la que afecta profundamente las actividades de organismos del suelo.
- *tiene función física y química*: la que promueve una buena estructura del suelo, por lo tanto mejorando la labranza, aireación y retención de humedad.

La materia orgánica representa, aproximadamente el 2% del volumen de un suelo ideal. A pesar de ser un porcentaje relativamente pequeño, es altamente importante en el crecimiento de las plantas.

En el Paraguay, por las condiciones climáticas dominantes de altas precipitaciones y temperaturas, la materia orgánica es rápidamente degradada, llegando a valores extremadamente críticos, constituyéndose en uno de los principales factores que limitan la productividad. Esto puede ser contrarrestado con la adopción de técnicas conservacionistas de suelos y laboreo mínimo.

Los abonos orgánicos contribuyen al contenido de materia orgánica en el suelo y pueden provenir de cualquier material de origen animal o vegetal debidamente compostado o estacionado, y pueden ser:

- hojas secas,
- estiércol de origen animal,
- cenizas,
- rastrojos de cultivos o abonos verdes,
- uso de abonos verdes de verano y de invierno.

En las recomendaciones del análisis de suelos no mencionaba la aplicación de fertilizante orgánico, pero buscando aumentar o mantener el contenido de materia orgánica en el suelo, se realizaron los trabajos que se detallan a continuación:

- sucesión de especies de abonos verdes (*tabla 4*)
- aplicación de estiércol de vaca compostado, en la dosis de 1 kilo por planta (*Figura 9*)
- aserrín de eucalipto

En un análisis de suelos, los porcentajes de materia orgánica comprendidos entre 1,2 a 2,8 % son considerados moderados. En el análisis de suelos de la parcela demostrativa, realizado antes de iniciar los trabajos para el año 1, se halló contenido de 0,61 %, este es considerado bajo.

Para el año 2 el contenido de materia orgánica en el suelo fue de 0,93 %, con un incremento de 0,32 %, respecto al año 1 pero considerado aun bajo. Si bien en la parcela demostrativa fueron realizados esfuerzos para el aumento del contenido de materia orgánica es sabido que este proceso no se da rápidamente. El aumento de contenido de materia orgánica en los resultados de análisis de suelos, se considera pudo haberse dado por el contenido de estiércol de vaca agregado al suelo presente en la camada superficial cercano a las raíces, lugar de donde fueron extraídas las muestras para el análisis de suelos.

6.2.3 Fertilización

Fertilizar, abonar o reponer nutrientes es la acción de agregar sustancias al suelo, buscando mejorar o mantener su fertilidad y aumentar el rendimiento de los cultivos. Las sustancias agregadas al suelo pueden ser de origen orgánico y/o químico.

En cuanto a la fertilización química puede ser realizada la fertilización por reposición de nutrientes de acuerdo a los kilogramos de hojas cosechadas, y la fertilización de acuerdo a los resultados del análisis de suelo.

Para los trabajos en la parcela demostrativa se decidió trabajar con la segunda metodología mencionada.



Figura 9. Aplicación de estiércol de vaca compostado.

Es conveniente que el suelo mantenga niveles nutricionales adecuados para el cultivo, lo que puede lograrse respetando las recomendaciones del análisis de suelos.

La reposición de nutrientes al suelo se puede realizar con la aplicación de abonos orgánicos y fertilizantes químicos.

6.2.3.1 Aspectos a tener en cuenta para la fertilización

Deben tenerse en cuenta algunos aspectos que harán más efectiva la fertilización, los cuales son la época y el lugar de aplicación del fertilizante:

Época: la primavera es la época del año más indicada para la reposición de nutrientes perdidos en la cosecha y con las erosiones (hídricas y eólicas). La mayor absorción de nutrientes por el cultivo de yerba mate se da entre los meses de septiembre y noviembre y entre febrero y marzo, por ser meses de brotación de hojas.

Para que haya buena disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes por la planta, es conveniente anticipar a la época de brotación la aplicación de fertilizantes. La recomendación es a partir del mes de agosto la fertilización orgánica y principios de septiembre la fertilización química.

Lugar de aplicación: el fertilizante se debe depositar en la zona del perfil del suelo donde se encuentren la mayor cantidad de raíces activas. Una recomendación práctica es la dirección de la copa de la planta, rodeando las raíces (*Figura 10*). Esta práctica puede ser realizada en los primeros 2 o 3 años de manejo para un mejor aprovechamiento del fertilizante. En los años siguientes el fertilizante químico puede ser aplicado al voleo sobre la cobertura de suelo.



Figura 10. Lugar de aplicación del fertilizante dirección de la copa de la planta.

6.2.3.2 Fertilización de acuerdo a los resultados del análisis de suelo

6.2.3.2.1 Experiencia en parcela demostrativa

- **Fertilización química año 1**

De acuerdo a los resultados del análisis de suelos, la cantidad de fertilizantes recomendada por hectárea, fue: N Nitrógeno (Urea 133 kg/ha), P Fósforo (Super fostato triple 44 kg/ha) y K Potasio (Cloruro de Potasio 63 kg).

En capacitación práctica con los integrantes del comité se realizó la aplicación del fertilizante químico (*Figura 11*). El nitrógeno fue dividido en 2 aplicaciones para proveer de este nutriente en la primera y segunda brotación, 60% y 40% respectivamente. En la primera aplicación de fertilizante que fue en el mes de octubre, se aplicó a cada planta 70 gramos (g) de la mezcla en el suelo en surco en la proyección de la copa de la planta, rodeándola. La segunda aplicación fue en el mes de enero, aplicándose 19 g de urea por planta.

En las *tablas 6 y 7* se detalla la proporción de fertilizantes utilizados.

Tabla 6. Cantidad de fertilizante utilizado en la primera brotación en la parcela demostrativa, comité San Juan Bautista, Tavaí, Caazapá.

Fertilización química primera brotación (primavera)				
	18-46-0	0-0-60	45-0-0 (60%)	Total
Cantidad/ha	44 kg	63kg	70 kg	177 kg

177 kg = 177.000 g / 2.500 plantas = 70 g / planta

Dosis de fertilizante utilizado en la primera brotación = 70 g / planta

Tabla 7. Cantidad de fertilizante utilizado en la segunda brotación en la parcela demostrativa, comité San Juan Bautista, Tavaí, Caazapá.

Fertilización química segunda brotación (verano)	
	45-0-0 (40%)
Cantidad/ha	46 kg

47 kg = 47.000 g / 2.500 plantas = 19 g / planta

Dosis de fertilizante utilizado en la segunda brotación = 19 g / planta

• **Fertilización química año 2 y año 3**

Las recomendaciones de fertilización para el año 2 y 3 fueron las mismas que para el año 1, en razón a esto fueron aplicadas las mismas dosis detalladas para el primer año.

Las variantes a las recomendaciones del resultado del análisis de suelos fueron la fertilización química a la cobertura (realizada en el año 2) y el abono orgánico realizado desde el año 1 (detallado en el apartado materia orgánica).

• **Fertilización química a la cobertura**

En el segundo año del proyecto, además de realizar la fertilización según la recomendación del análisis de suelos aplicados planta por planta, se decidió fertilizar a la cobertura de verano (canavalia y kumanda yvyraí) con el fertilizante de formulación comercial triple quince (15-15-15) al voleo a razón de 250 kg/ha.

Normalmente esta práctica no es realizada en los cultivos de yerba mate, debido a los costos adicionales que puede acarrear en cuanto a compra de insumos y mano de obra, pero en esta parcela se consideró realizar con el objetivo de dar más condiciones favorables en el proceso de recuperación de suelos y evitar una posible competencia por nutrientes, entre el abono verde y el cultivo de renta, en vista a que nos encontrábamos frente a un suelo degradado buscando optimizar los rendimientos.

Esta situación de competencia entre el cultivo y el abono verde puede darse en los primeros años de utilización del abono verde, hasta equilibrar el sistema, pero una vez estabilizado, redundará en altos rendimientos, por el ciclaje de nutrientes y aprovechamiento de los mismos por la planta de yerba mate.



Figura 11. Práctica de aplicación de fertilizantes

7

MANEJO DE PLAGAS

7.1 PLAGAS

Por lo general los principales ataques de plagas se dan una vez que ingresa la primavera coincidiendo esto con el aumento de temperatura y la principal época de brotación de la planta de yerba mate.

Si el ataque de plagas es excesivo repercutirá negativamente en la producción de hojas de yerba mate con la disminución o merma de rendimientos. Debido a lo mencionado es de gran importancia la identificación temprana y el manejo oportuno de plagas.

Son cuatro las principales plagas observadas en el cultivo de yerba mate. Para una correcta identificación se describen sus características y los daños que ocasionan a las plantas.

7.1.1 Rulo de la yerba mate, ampolla o psílido (*Gyropsylla spegazziniana*)

Reconocimiento: los adultos son de coloración amarillo verdoso de 1,5 mm de largo aproximadamente. Huevos blancos amarillentos y ninfas amarillentas dentro de las agallas.

Daños: hojas de brotes plegados o enrollados, también conocidos como ampollas (*Figura 12*). Retrasa o reduce la brotación, repercutiendo en el rendimiento.

Ciclo de vida: adulto, huevo, ninfa. Las hembras ovipositan sobre los brotes e inyectan una fitotoxina en la nervadura central, lo que provoca que la hoja se pliegue formando la característica ampolla. Dentro de las ampollas, eclosionan los huevos, se desarrollan las ninfas, que salen y realizan su última muda a adulto. Se suelen ver las exuvias (restos de muda) de color blanco y los adultos en la cara inferior de hojas desplegadas (*Figura 13*).

Manejo: El principio activo es Imidacloprid, diluido en agua a razón de 5 gramos cada 20 litros. Repetir la aplicación según indique la etiqueta del producto.



Figura 12. Daño en plantas de yerba mate causado por presencia de la plaga Psílido, rulo o ampolla.



Figura 13. Presencia del Psílido adulto y las exuvias de las ninfas en el envés de las hojas de yerba mate.

7.1.2 Kiritó, taladro o tigre de los yerbales (*Hedyphates betulinus*)

Reconocimiento: el adulto es un coleóptero de 2 a 2,8 cm de largo, color blanco y negro, con antenas largas y una mancha negra en forma de M característica en el dorso (*Figura 14*). Larva blancuzca sin patas y cabeza oscura con mandíbulas bien desarrolladas, pupa de color blanquecino.

Daños: normalmente se observa la presencia de montículos de aserrín en el cuello del tallo de la planta, eliminado por los estadios larvales durante su alimentación en el interior de los tallos de yerba mate (*Figura 15*). Si el ataque se produce en plantaciones jóvenes, se observan copas de plantas amarillentas y pueden encontrarse plantas muertas. Algunos adultos suelen cortar el peciolo de hojas, inflorescencias o frutos, produciendo la caída de los mismos.

La presencia de esta plaga puede ser importante en yerbales en decadencia, sobre todo cuando las plantas sufrieron muchas heridas por labranzas o en el momento de la cosecha (heridas que pueden ser ocasionadas por no utilizar herramientas adecuadas).

Ciclo de vida: la hembra realiza un corte en la corteza del tronco, generalmente a 1-3 cm del suelo aunque se la observó ovipositando en horquetas de la planta a 30 cm aproximadamente. Coloca el huevo y lo tapa con aserrín. La larva se alimenta en su interior formando galerías, pupa en el tronco hasta que emerge el adulto.

Manejo: por estar la plaga dentro de la planta, la mayor parte del año, no es alcanzada por los insecticidas. Las principales medidas de prevención pasan por la conservación de la salud de las plantas desde el inicio de la plantación, evitar la degradación del suelo y las heridas al tronco y ramas.

El control más efectivo y menos perjudicial para el ambiente es la recolección manual de adultos en primavera verano, que es el periodo en el que salen fuera de la planta.



Figura 14. Insecto plaga adulto de *Hedyphates betulinus*.



Figura 15. Galerías causadas por larvas de *Hedyphates betulinus*.

7.1.3 Marandová de la yerba mate (*Perigonia lusca*)

Reconocimiento: los adultos son mariposas nocturnas de coloración marrón, las alas posteriores tienen una macha naranja en la zona anterior. Las larvas son de color verde, con una línea longitudinal clara u oscura en el dorso y un característico espolón en el extremo terminal.

Daños: las larvas son muy voraces, se alimentan de las hojas. Si su densidad es alta puede producir importante reducción del área foliar. Las observaciones a campo señalan que la presencia de esta plaga se produce con mayor intensidad en yerbales de alta densidad, con poca ventilación, como respuesta a la aplicación de fertilizantes (sobre todo nitrogenados) y de algunos plaguicidas.

Ciclo de vida: las mariposas hembras colocan huevos solitarios sobre los brotes, de ahí emergen larvas que comienzan a alimentarse. Pupan en suelo, de donde emerge el adulto.

Manejo: esta plaga se puede controlar con los entomopatógenos naturales *Baculovirus perigonia* y *Bacillus thuringiensis*, en dosis de 250 gramos cada 100 litros de agua, cuando las larvas poseen alrededor de 2 cm de longitud.

7.1.4 Complejo de ácaros

- **Ácaro del bronceado** (*Dichopelmus notus*)

Reconocimiento: las colonias de ácaros no son visibles a simple vista. Se necesita aumento 10X para verlos. Los adultos tienen dos pares de patas y forma de “cuña” con abdomen ensanchado y parte posterior delgada. Su coloración varía de blanco amarillento a castaño oscuro.

Daños: Cuando aumenta su población, detiene el crecimiento, provoca bronceado y caída de brotes y hojas nuevas afectadas. Según De Coll y Cáceres mencionados por Chiaradia (2001), el bronceado se caracteriza por la aparición de manchas violáceas en las hojas, más frecuentemente en las regiones próximas a la nervadura principal (Figura 16).



Figura 16. Sintomatología de presencia de ácaros en hojas de yerba mate.

Ciclo de vida: pasa por larva y estadios ninfales en aproximadamente 10 días, el adulto ovipone en forma aislada o en grupo preferentemente en el envés de la hoja.

Manejo de ácaros: se observaron resultados de disminución de la población con aplicaciones de insecticida acaricida abamectina respetando la frecuencia de aplicación mencionada en la etiqueta. Por otro lado en monitoreos de parcela se identificó una disminución de la incidencia de ácaro blanco después de la aplicación de productos cúpricos a las plantas posterior a la cosecha, debiendo estudiarse bien aun si esto es un control eficiente de ácaros.

- **Ácaro rojo** (*Oligonychus yothersi*)

Reconocimiento: a simple vista se observan pequeños ácaros rojizos. Esta especie produce seda o hilan telas protegiendo su colonia. El macho es más pequeño y tiene el cuerpo más triangular, la hembra es más grande y globosa.

Daños: esta plaga provoca un bronceado o tostado de hojas y en densidades altas puede producir defoliación.

Ciclo de vida: la larva pasa por distintos estadios ninfales para llegar al estado adulto. El adulto coloca en forma aislada los huevos que son globosos y rojizos.

Época de ataque: ácaros atacan de forma más severa en periodos secos y calientes.

Manejo de ácaros: un buen manejo de suelos, el uso de barreras rompe vientos y plantas de cobertura, disminuyen su incidencia.

8

COSECHA, MANEJO POSTCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN

En yerba mate la actividad de cosecha no es otra cosa que la extracción de hojas para su venta, mediante la técnica conocida como poda.

En Paraguay la cosecha de yerba mate es realizada entre los meses de mayo a agosto, durante estos meses la planta entra en reposo invernal.

8.1 Poda de formación

La primera poda debe ser realizada al segundo año de plantación, con un corte del tallo principal a una altura de 50 a 60 cm del suelo, para eliminar la dominancia apical, manteniendo los brotes laterales, esta poda es conocida como poda de formación (Figura 17).

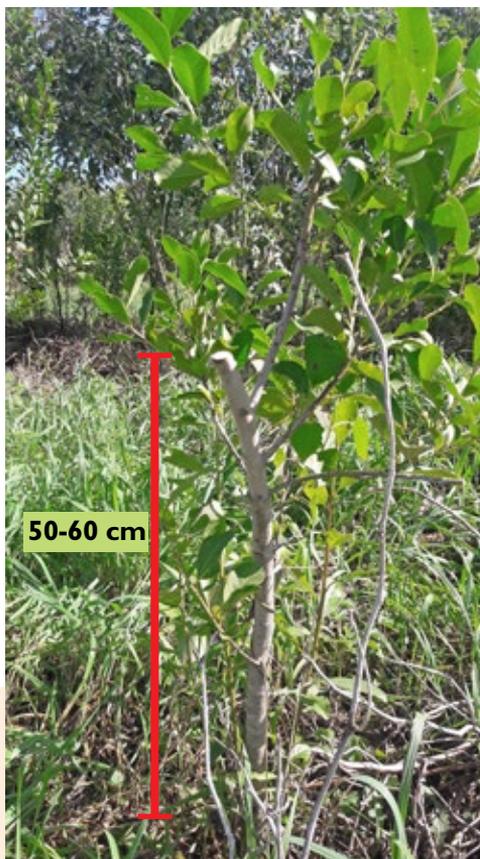


Figura 17. Poda de formación en plantas de yerba mate.



Figura 18. Plantas de yerba mate con varios años de cosecha tradicional.



Figura 19. Plantas de yerba mate con desarrollo vertical, y escaso desarrollo horizontal.

8.2 Cosecha tradicional

La cosecha tradicional fue utilizada por los productores durante muchos años y es considerada una de las principales causantes de la reducción de rendimiento en la producción de hojas y degradación de los yerbales. Consiste en la defoliación total de la planta, y entre las principales desventajas de este sistema se puede mencionar que no se dejan hojas para el reinicio de actividades como la fotosíntesis, no se eliminan ramas viejas, quedando mucha leña en la planta de yerba mate (Figura 18), se cortan ramas laterales por lo que la planta tiene poco desarrollo en este sentido y tiene desarrollo vertical, no se elimina la dominancia apical y la planta va muy arriba (Figura 19), necesitando escaleras para ser cortadas, o en el peor de los casos los cosecheros suben a las plantas o “trepan” ocasionando un peligro para los trabajadores.

Figura 20. Planta de yerba mate manejada con cosecha mejorada.



8.3 Cosecha mejorada

La Cosecha Mejorada, es la tecnología de cosecha recomendada por mantener a las plantas vigorosas y con buenas brotaciones debido a que constantemente sus ramificaciones son renovadas, y no da lugar a la formación de leña.

Consiste en cortar o seleccionar las ramas maduras para la cosecha, de manera equilibrada, hasta un máximo de 80%, para que la planta pueda recuperarse rápidamente (Figura 20).

Para identificar ramas maduras se puede tener en cuenta las siguientes características:

- tiene un grosor mínimo de 1 (una) pulgada,
- presenta coloración grisácea,
- son de 2 (dos) años de formación.

No debe ser realizado el corte sobre ramas finas y verdes, porque dará formación a más ramas verdes de poco grosor y con escasa producción de hojas.

La cosecha mejorada puede ser practicada a partir de que se inician las cosechas comerciales, que esta dependerá del cuidado que se le haya dado a la planta durante los años de formación.

Es importante contar con las herramientas adecuadas que faciliten la actividad de cosecha:

- serruchos afilados
- tijeras de poda
- ponchadas limpias
- guantes



Figura 21. *Malas prácticas de corte durante la cosecha.*

Al utilizar técnicas adecuadas de cosecha como la cosecha mejorada y cuidar de no dañar las plantas con malas prácticas de cosecha (*Figura 21*) se está garantizando rendimientos crecientes o al menos estables por cada planta, así como la longevidad de las mismas.

8.4 Cuidados postcosecha y manejo de la hoja cosechada

Las hojas cortadas deben ser puestas inmediatamente sobre las ponchadas limpias para evitar la contaminación de las hojas. Y debe retrasarse el atado de las ponchadas hasta el momento de alzar las mismas al camión que las transportará.

En la parcela demostrativa, una vez finalizada la actividad de cosecha, con mochila pulverizadora, fue aplicado a la totalidad de plantas de yerba 50 gramos de oxiclورو de cobre en 20 litros de agua y 2 centímetros cúbicos (cc) de adherente por litro de agua, para evitar el ingreso de enfermedades a las plantas cosechadas (*Figura 22*).

En caso de que las hojas cosechadas no sean trasladadas inmediatamente, mantenerlas bajo sombra, bajo un tinglado o cubrirlas adecuadamente. Y preservar de que estas no sean afectadas o contaminadas por animales u otros.

Los trabajadores no deben sentarse sobre las ponchadas ni pisarlas.

Es importante que las personas designadas a realizar el trabajo conozcan la importancia del trabajo que realizan para la cadena productiva de la yerba mate, tanto desde el punto de vista productivo como calidad de la hoja cosechada.

En cuanto a la calidad es importante que los cosecheros sepan que la yerba mate es un alimento y para que salga inocuo, sin contaminantes de la chacra deberán asumir actitudes higiénicas siendo las principales la higiene y salud de los operarios, el correcto lavado de manos antes de manipular las hojas, después de ir al baño, consumir alimentos entre otros.

Figura 22. Práctica de aplicación de producto cúprico sobre plantas cosechadas.



8.5 Experiencia en recuperación de parcela

8.5.1 Resultados cuantitativos

Desde la instalación de la parcela (agosto 2015) se definió que los resultados serían medidos por aumento del rendimiento en cada año, el año 1 (2016) fue el primer año de cosecha de las plantas con implementación de los componentes.

Se obtuvo aumento de rendimiento en comparación al último año de cosecha sin PPT. Un aspecto mencionado por el cooperador fue la mejoría que él observaba en cuanto a brotación de plantas y descompactación del suelo. Es importante tener en cuenta, que en el año 2015 no fueron cosechadas las hojas de yerba mate en la parcela por que el agricultor decidió no cosecharla debido a los bajos rendimientos que venía arrastrando, el proyecto paquetes tecnológicos inició los trabajos con el comité en agosto de 2015.

Tabla 8. Rendimiento con el Proyecto Paquetes Tecnológicos (PPT), parcela demostrativa, comité San Juan Bautista, Tavaí, Caazapá.

Años con PPT	Rendimiento estimado por hectárea
Año 0 (2015)	Plantas no fueron cosechadas
Año 1 (2016)	2.625 kg/ha
Año 2 (2017)	4.188 kg/ha
Año 3 (2018)	4.238 kg/ha

Teniendo en cuenta lo citado y observándose el rendimiento del año 1, se puede deducir que parte de este rendimiento está constituido por lo que debía ser los kilogramos cosechados el año anterior (año 0). En cuanto a las cosechas obtenidas en el año 2 se observa un incremento del 59% en rendimiento de hojas cosechadas con respecto al año 1 y en el año 3, los kilogramos cosechados aumentaron 1% con relación a los obtenidos en el año 2.



Figura 23. Reunión de integrantes del comité con propietario de la industria, técnico del PPT y la DEAg para coordinar actividades de cosecha.

8.5.2 Resultados cualitativos

En el año 1 del proyecto, para coordinar la fecha y metodología de cosecha, se hizo contacto con el dueño de la industria yerbatera, distante aproximadamente a 80 kilómetros de la parcela demostrativa, y se logró una reunión del industrial con los integrantes del comité, técnico de la Dirección de Extensión Agraria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (DEAg) y técnico del Proyecto Paquetes Tecnológicos (PPT), donde se puso en conocimiento al industrial acerca del PPT y los componentes implementados en el rubro (Figura 23). Por su parte los productores manifestaron al industrial la preocupación de no poder implementar el componente cosecha mejorada, debido a que la cosecha es una tarea que normalmente se encuentra en manos de los compradores de hojas y no de los productores, motivo por el cual solicitaron al industrial que el propio comprador asegure que realizaría cosecha mejorada a las plantas de yerba, debido a que es quien realiza la cosecha.

A esto el industrial solicitó que se haga contacto con el comprador local de hojas, y que los integrantes del comité tengan total seguridad de que se realizaría una buena práctica de cosecha en la parcela, además de este resultado se estableció fecha de cosecha de la parcela demostrativa, se coordinó realizar una capacitación práctica de cosecha mejorada a cargo del PPT, que sería realizada en jornada técnica, invitando a productores vecinos interesados en mejorar su sistema de cosecha, y técnicos de la DEAg.

El día de la capacitación práctica en la cual estuvo presente el comprador local de hojas, los productores manifestaron que con acompañamiento técnico se sentirían capaces de realizar la cosecha de sus plantas ellos mismos en los próximos años (Figuras 24 y 25).

Con esta actitud y capacidad adquirida los productores aseguran que en sus parcelas sea realizada verdaderamente la cosecha mejorada, y a la vez estarían mejorando sus ingresos en 150 guaraníes por kilo cosechado al dejar de pagar el costo de cosecha.

A lo que el comprador local manifestó, que él estaría conforme con esta propuesta de trabajo, quedando de esta forma a su cargo solamente el transporte de hojas al secadero y la ubicación de la materia prima proveída por los productores a la industria.



Figura 24. Productores del Comité San Juan Bautista participando en capacitación de cosecha mejorada de yerba mate, año 1 del proyecto.

Figura 25.
Reunión con
el comprador
local de hojas.



Posterior a la capacitación fue realizada la cosecha de la parcela, con el compromiso del acopiador local de realizar cosecha mejorada a cada socio que solicite y trasladar las hojas cosechadas desde la chacra hasta la industria.

Para la cosecha del año 2, mediante gestiones de los productores del comité se fijó con el comprador local de hojas fecha de cosecha de la parcela demostrativa, donde los encargados de realizar la cosecha fueron los productores del comité, con el acompañamiento técnico del PPT y la DEAg, pudiendo practicar la técnica de cosecha mejorada, con la intención de adquirir este conocimiento y poder implementar en sus parcelas este componente del paquete tecnológico, considerado como uno de los más importantes para aumentar el rendimiento en la producción de yerba mate (Figura 26).



Figura 26. Productores del Comité San Juan Bautista realizando cosecha mejorada de yerba mate en el año 2 del proyecto, con acompañamiento de técnicos del PPT y la DEAg.

Como principal y primer resultado de la zafra 2016/2017 se tuvo la práctica de cosecha mejorada por parte de los productores del comité, quedando este conocimiento como principal capital a las personas que participaron de la capacitación, practicaron la técnica e implementaron la cosecha en sus fincas.

De este modo los mismos se apropiaron del conocimiento y podrán decidir acerca de cómo serán cosechadas las plantas en años posteriores en sus fincas. Por otra parte se hizo énfasis en que el tiempo de respuesta de esta técnica depende del estado y la edad de las plantas.

Por otra parte como segundo resultado, se encuentra el beneficio económico de realizar la cosecha, que si hubiese sido realizado por los cortadores hubiesen pagado a estos 150 guaraníes por kilogramo de hoja cosechada, que en el caso de la parcela demostrativa fue 628.200 guaraníes por hectárea.

Por su parte en referencia a esta actividad el cooperador y los productores participantes manifestaron que debido a que aún no tienen la destreza y rapidez con esta técnica les llevó mucho tiempo realizar esta actividad en comparación al tiempo en que realizan los cosecheros, pero como punto positivo resaltaron que están conformes a cómo ven el desarrollo de las plantas y la forma con la que están quedando las mismas.

También es de resaltar que en las jornadas técnicas de capacitación fueron invitados los estudiantes de la educación escolar media y la participación de estos en la jornada técnica de capacitación es considerada como aspecto positivo. El principal objetivo de esta invitación fue el de legar los nuevos conocimientos adquiridos a la población más joven, que se espera sean los sucesores de la producción agrícola en el territorio. Por su parte durante la jornada el cooperador manifestó a los estudiantes que esperaba pudieran aprovechar estas oportunidades de capacitación.

Principales Resultados Cualitativos

- Reunión de productores con el industrial y comprador local de hojas.
- Expresión de preocupación e incertidumbre de los productores al industrial y comprador local de hojas, acerca de que sea realizada la cosecha mejorada.
- Productores capacitados y organizados para realizar cosecha mejorada en sus fincas.
- Aumento de los ingresos por cada kilogramo al dejar de pagar el costo de cosecha.
- Realizando los mismos productores la cosecha aseguran que en sus parcelas sea realizada verdaderamente la cosecha mejorada.
- Población joven capacitada durante jornadas técnicas en manejo de cultivo de yerba mate, rubro agrícola de renta.

9

COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO

La finca agropecuaria requiere de una inversión de capital para adquirir los medios necesarios que serán utilizados en el proceso de producción. En ese sentido, el costo de producción agrícola se refiere a la sumatoria de dinero utilizado en la obtención de los medios de producción durante el proceso productivo. Se consideran medios de producción a semillas y fertilizantes, herbicidas e insecticidas, construcciones e instalaciones, maquinaria y equipo, mano de obra familiar y contratada, entre otros. En resumen, el costo de producción es la valoración económica de todos los recursos (medios de producción) utilizados para la obtención de un producto, es decir, toda la erogación necesaria (directa e indirecta) desde la preparación de la tierra hasta la cosecha.

Los **costos totales (CT)** de producción agrícola se pueden clasificar en directos e indirectos. Los **costos directos (CD)** se refieren al desembolso directo de recursos para adquisición de insumos, materiales, mano de obra directa y el costo del dinero (intereses), que están relacionados directamente con la producción; mientras que, los **costos indirectos (CI)** están relacionados a los recursos utilizados en el proceso que afecta al funcionamiento de la unidad productiva como mantenimiento, depreciación de activos, canales de riego y drenaje. Esta forma de estructurar los costos facilita la valorización de cada uno de los ítems ya mencionados, y se expresa en guaraníes por hectárea (G ha^{-1}). El costo medio es el costo por unidad y es un buen indicador para la toma de decisión (de producir o no) puesto que determina la competitividad que tiene el agricultor en el proceso productivo y se expresa en guaraníes por kilogramo (G kg^{-1}).

Para el análisis económico se tuvo en cuenta el **ingreso bruto (IB)**, que es el valor monetario total obtenido por la venta del producto que, a su vez, está conformado por el **precio (P)** en finca, que es el valor monetario pagado por kilogramo de producto, multiplicado por el **rendimiento (Q)** obtenido por unidad de superficie, medido en t ha^{-1} . El resultado del ingreso bruto, se expresa en guaraníes por hectárea (G ha^{-1}).

$$IB = P * Q$$

Uno de los indicadores que muestra la sostenibilidad a corto plazo es el **margen bruto (MB)**, que es el valor monetario resultante de la diferencia entre el **ingreso bruto (IB)**, que es la valorización del producto generado por el proceso productivo y el **costo directo (CD)**, que es la valorización de los insumos directos y personal utilizado en dicho proceso, y se expresa en guaraníes por hectárea (G ha^{-1}).

$$MB = IB - CD$$

Por otro lado, el indicador que muestra la sostenibilidad a largo plazo es el **ingreso neto (IN)**, que es resultante de la diferencia entre el **ingreso bruto (IB)** y el **costo total (CT)** y se expresa en guaraníes por hectárea (G ha^{-1}).

$$IN = IB - CT$$

Por otra parte, el indicador de **rentabilidad (R)**, es resultado del cociente entre el **ingreso neto (IN)** y el **costo total (CT)** multiplicado por cien y se expresa en porcentaje (%).

$$R = \frac{IN}{CT} * 100$$

Como se trata de la producción de la agricultura familiar, un aspecto importante con respecto a la medición es la utilización de la mano de obra, ya sea familiar o contratada. En ese sentido, se procedió a cuantificar la **mano de obra total (MOT)**, dada por la sumatoria de jornales utilizados en el proceso productivo, medido en jornal por hectárea (jornal ha^{-1}).

$$MOT = \sum \text{Jornales en el proceso productivo}$$

Asimismo, se obtuvo el **rendimiento del jornal (RJ)**, es decir, la valorización en términos monetarios de cada jornal invertido en el proceso productivo por unidad de superficie, expresado en guaraníes por jornal (G jornal^{-1}).

$$RJ = \frac{IB - \text{Costo de insumos} - \text{Costo de labranza} - \text{Costo del dinero} - CI}{MOT}$$

Dado que se recomienda una tecnología, es importante el cálculo del **punto de equilibrio (PE)**, que indica la producción mínima que debe obtenerse para cubrir los costos de producción del rubro (especialmente los costos directos) que son los que directamente desembolsa el productor y se expresa en tonelada por hectárea (kg ha^{-1}).

$$PE = \frac{CD}{P}$$

9.1 Resultados en parcelas

Los resultados obtenidos en las parcelas demostrativas para el periodo 2015 - 2016, y el levantamiento de información¹ de las prácticas realizadas sobre el cultivo, sirvieron para estructurar el costo de producción², donde por un lado, se tuvo en cuenta los costos directos (insumos, mano de obra y costo del capital), y por otro lado, los costos indirectos (móviles e inmóviles). En los siguientes periodos 2016 - 2017 y 2017 - 2018, se fue evaluando el avance en la recuperación de cultivo degradado de yerba mate con 11 años de implantación, para tener una cuantificación detallada de cada año. En cuanto a la participación porcentual de cada uno de los ítems, se puede apreciar que los costos directos representan el 91%, mientras que los costos indirectos, la diferencia, es decir, el 9%. Dentro de los costos directos, lo que respecta a insumos, mano de obra e intereses, representan 58, 22 y 11, respectivamente.

Tabla 9. Resumen de costos de producción de cultivo de yerba mate - 3^{er} año de recuperación de plantación degradada, periodo 2017 -2018.

CONCEPTO	TOTAL (G)	%
I.- COSTOS DIRECTOS	4.207.445	91
A. Insumos técnicos	2.687.000	58
B.- Insumos Físicos	1.020.000	22
C.- Intereses s/costos directos (13,5% anual)	500.445	11
II.- COSTOS INDIRECTOS	450.000	9
A.- Bienes Móviles	250.000	5
B.- Bienes Inmóviles	200.000	4
COSTO TOTAL	4.657.445	100

Para el cálculo de los resultados económicos, se consideró el precio base de yerba mate en 1.150G kg¹, ya que según los productores fue el precio pagado en finca. Para obtener el ingreso bruto, el precio en finca se multiplicó por el rendimiento obtenido en una superficie de una hectárea (4.238 kg), cuyo monto alcanzó 4.873.700 G. El costo total de producción por hectárea de yerba mate, tal como se observa en el *Tabla 9*, fue 4.657.445 G, y el costo medio de 1.099 G (*Tabla 10*), que muestra el costo por kilogramo de yerba mate con la aplicación de los componentes tecnológicos. Al ingreso bruto se le restó el costo directo quedando 666.255 G como margen bruto, es decir, la cantidad de dinero disponible

1 La obtención de la información puede considerarse como un estudio de caso, dado que se realizó a través de la aplicación de los componentes tecnológicos en las condiciones agroclimáticas para el cultivo de yerba mate en una zona específica, que en este caso fue en el comité San Juan Bautista, distrito de Tavaí para el año 2017-2018.

2 La estructura utilizada fue en base al cuadro del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2013).

para el productor después de cubrir el pago de los insumos, mano de obra y el costo del dinero (intereses) destinado al pago de insumos, servicios y mano de obra, y que muestra la sostenibilidad a corto plazo. Por otro lado, al ingreso bruto se le restó el costo total quedando 216.255 ₡ como ingreso neto, es decir, la cantidad de dinero disponible para el productor después de pagar el costo directo e indirecto, y que muestra la sostenibilidad a largo plazo. Este último, sirvió para calcular la rentabilidad de la actividad que arrojó un valor de 5%, es decir, el rendimiento para el productor en ese porcentaje sobre el monto del costo total. El punto de equilibrio para la tecnología recomendada fue de 3.659 kg, es decir, la cantidad mínima de producción que cubre el costo, que en este caso es inferior al rendimiento obtenido.

Se utilizó un total de 16 jornales para la producción de una hectárea de yerba mate considerando los componentes del paquete sugeridos a los productores, que se visualiza en el *Tabla 10*.

Cada jornal invertido en la producción rindió 77.266 ₡³, es decir, 27.266 ₡ por encima de lo que se paga en la zona por jornal, en las actividades extraprediales, exceptuando las actividades de cosecha, subsolado y aplicación de insecticida que tienen un costo diferenciado.

Como el análisis se concentró en el año agrícola 2017 - 2018, los indicadores revelaron que es un rubro que tiene una respuesta aceptable de la producción (rendimiento) a los componentes tecnológicos sugeridos y utilizados; en el caso de recuperación de parcelas degradadas al tercer año de implementación de los componentes propuestos, tanto la rentabilidad como el rendimiento del jornal aumentan, por lo que podría considerarse como un rubro alternativo de renta. Por otro lado, se sugiere realizar cada tres años la inversión en algunos de los componentes tecnológicos. También, es recomendable la producción de semillas de abono verde (componente tecnológico) que genera una proyección con mayor margen de ganancia para el productor.

El trabajo realizado en la parcela durante los 3 (tres) años fue de recuperación de una plantación degradada, en la que se observó un incremento progresivo de la producción de hojas y una reducción de los costos de producción en los años sucesivos.

Teniendo en cuenta el precio pagado en el año 1 (2016) que fue de 1.300 ₡ y los rendimientos del año 3 (2018) 4.238 kilogramos por hectárea, y analizando el caso hipotético que con el precio del año 2016 se hubiese tenido los rendimientos cosechados por hectárea del año 2018, la rentabilidad hubiese sido del 18%; es por este motivo que se recomienda a los productores mantener los yerbales con los cuidados mínimos, para que en los periodos agrícolas de buenos precios, se pueda obtener márgenes de ganancia favorables.

3 El jornal considerado para la zona de estudio para el año agrícola 2017 - 2018 fue de 50.000 ₡., exceptuando las actividades de cosecha, subsolado y aplicación de insecticida que tienen un costo diferenciado.

Tabla 10. Variables en indicadores económicos sobre el cultivo de yerba mate
3^{er} año de recuperación de plantación degradada, periodo 2017 - 2018.

INDICADOR	UNIDAD	VALOR
1.- Precio de venta (Precio en finca)	₡ kg ⁻¹	1.150
2.- Rendimiento (Producción por hectárea)	kg ha ⁻¹	4.238
3.- Ingreso bruto (1 x 2)	₡ ha ⁻¹	4.873.800
4.- Costo total (Costo directo + costo indirecto)	₡ ha ⁻¹	4.657.445
5.- Margen bruto (3 – Costo directo)	₡ ha ⁻¹	666.255
6.- Ingreso neto (3 – 4)	₡ ha ⁻¹	216.255
7.- Costo medio (4 ÷ 2)	₡ kg ⁻¹	1.099
8.- Rentabilidad ((6 ÷ 4) x 100)	%	5
9.- Jornal total	jornal ha ⁻¹	16
10.- Rendimiento del jornal	₡ jornal	77.266
11.- Punto de equilibrio	kg ha ⁻¹	3.659

9.2 Anexo

Tabla 11. Costos de producción del cultivo de yerba mate (in extenso) - 3^{er} año de recuperación de plantación degradada, periodo 2017 - 2018.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (₡)	TOTAL (₡)
I.- COSTOS DIRECTOS				4.207.445
A. Insumos técnicos				2.687.000
1.- Análisis de suelo	ud	1	50.000	50.000
2.- Materia orgánica (estiércol bovino)	t	4	30.000	120.000
3.- Semilla de abono verde canavalia	kg	120	8.000	960.000
4.- Semilla de abono verde kumanda yvyraí	kg	35	10.000	350.000
5.- Semilla de abono verde avena	kg	80	1.500	120.000
6.- Fertilizante	kg	224	3.750	840.000
7.- Insecticida	l	4	40.000	160.000
8.- Herbicida	l	3	25.000	75.000
9.- Coadyuvante	l	0,4	30.000	12.000
B.- Insumos Físicos				1.020.000
1.- Subsolado	Jornal	0,5	80.000	40.000
3.- Aplicación de insecticida	jornal	1	50.000	50.000
4.- Aplicación de herbicida	jornal	0,5	60.000	30.000
5.- Siembra de semillas de abono verde	jornal	2	50.000	100.000
6.- Fertilización química y orgánica	jornal	2	50.000	100.000
7.- Carpida al abono verde	jornal	2	50.000	100.000
8.- Cosecha	jornal	8	75.000	600.000
C.- Intereses s/Costos Directos (13,5% anual)				500.445
II.- COSTOS INDIRECTOS				450.000
A.- Bienes Móviles				250.000
1.- Pulverizador	₡/año			50.000
2.- Implemento menor	₡/año			200.000
B.- Bienes Inmóviles				200.000
1.- Galpón	₡/año			200.000
COSTO TOTAL (₡)				4.657.445

10. BIBLIOGRAFÍA

- AgroWin. 2011. Manual de Costos de Producción. 27p. Disponible en:<http://www.agrowin.com/documentos/manual-costos-de-produccion/MANUAL-COSTOS-AGROWIN-CAP1-2y3.pdf>
- Arce, H. 1999. Presupuesto, costos y decisiones de Empresas Agropecuarias. Córdoba, AR. Ediciones Macchi. 324p.
- Buduba, C. 2011. Mutagénesis y antimutagénesis en extractos acuosos, clorofórmicos y acetónicos de *Ilex paraguariensis* var. *paraguariensis* e *Ilex dumosa* var. *Dumosa* (en línea). Tesis (M. Sc.). La Plata, ARG Universidad Nacional de La Plata. Consultado 26 jun 2018. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2692/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Burtnik, O. 2006. Yerba Mate: manual de producción (en línea). 3 ed. Santo Tomé - Corrientes INTA – Agencia de Extensión Rural. 52 p. Consultado 10 en 2017. Disponible en http://www.inym.org.ar/inym/imagenes/Trabajos_Realizados/manual-produ.pdf
- Chiaradia, LA. 2001. Alternativas para o manejo do ácaro-do-bronzeado da erva-mate. *Agropecuaria Catarinense* 14(2):1-57.
- Durán, R; Scoponi, L. 2005. El Gerenciamiento agropecuario en el Siglo XXI. Buenos Aires, AR. Osmar D. Buyatti. 559 p.
- Malheiros, Y; Rotta, E. s/f. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Híl.) (en línea). BR EMBRAPA. 36 p. Consultado 3 mar 2018. Disponible en <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/300244/1/AreaDistribuc%20ao.pdf>.
- Marques, J; Burille, C; Schuster, C; Brandoli, M; Rocha, D; Bresolin, B; Rodrigues, P; Cardoso, D; Brock, M; Mallman, A; Da Silveira, J. 2013. Erva-mate: guia para aplicação de boas práticas agrícolas. Lajeado, RS Emater/RS-Ascar. 80 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias). 2016. Síntesis estadísticas, producción agropecuaria año agrícolas 2015 2016 (en línea). PY. Consultado 07 nov 2017. Disponible en <http://www.mag.gov.py/Censo/2016-%20SINTESIS%20ESTADISTICA%20-%20DCEA%20-ver.%20final.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2009. Costos de Producción de rubros agrícolas. Asunción, PY. 27p. Disponible en:<http://www.mag.gov.py/dgp/Costos%20rubros%20agricolas%202009%20MAG-DGP-UEA.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección Nacional de Coordinación y Administración de Proyectos. Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales). 2008. El subsolado del suelo (en línea). PY Cooperación República del Paraguay – República Federal de Alemania. Consultado 20 nov 2017. Disponible en http://www.portalguarani.com/971_cooperacion_tecnica_alemana_giz/21240_el_subsolado_del_suelo__actividad_fundamental_para_la_cosecha_de_agua_junio__2008.html

- Pasinato, R. 2003. Aspectos etnoentomológicos, socioeconômicos e ecológicos relacionados à cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no município de Salto do Lontra. Tesis MSc. Paraná, Brasil, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 112 p
- Prat Kricun, SD. 2008. Yerba mate: guía para la aplicación de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura. Misiones EEA Cerro Azul – INTA. 102 p
- Sales, M; Dalzoto, D; Olizeski, A; Mosele, S. 2002. Recuperação de ervais degradado . (en línea). BR Ministerio de Agricultura, Pecuaria e Abastecimento Comunicado Técnico 86. Consultado 20 feb 2018. Disponible en https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/43372/1/com_tec86.pdf
- Samaniego, C. 1927. *Ilex paraguayensis*, Yerba Mate “Ka’a”. 144 p.
- INYM (Instituto Nacional de la Yerba Mate). s/f. Recopilación trabajos realizados (en línea). Consultado 10 nov 2015. Disponible en http://www.inym.org.ar/inym/imagenes/Trabajos_Realizados/recopilacion.pdf
- Zelada, N; Mendoza, L; Echeverria, P. 2016. Guía de buenas prácticas agrícolas en producción de yerba mate. Asunción, Py, CONACYT. 80p. Consultado 30 nov 2016. Disponible en <http://www.desarrollo.org.py/admin/app/webroot/pdf/publications/07-06-2017-09-24-56-1474285720.pdf>



El PPT es un convenio de cooperación entre los gobiernos de Paraguay y Japón, representados respectivamente por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA), y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

Su propósito es establecer paquetes tecnológicos que sean adoptados en forma eficiente por los pequeños productores en la zona de influencia del proyecto, que incluyan tecnología apropiada, asistencia técnica eficiente para cultivos seleccionados en forma participativa.



Oficina del proyecto
FCA/UNA - San Lorenzo
E-mail: ppt-fca@hotmail.com
Teléfono: (021) 585 606/10 Int.280

ISBN: 978-99967-940-0-1



9 789996 794001