



GUÍA

TÉCNICA

CULTIVO DE MAÍZ





GUÍA

TÉCNICA

Cultivo de **MAÍZ**

Javier Ortigoza Guerreño
Carlos Antonio López Talavera
Jorge Daniel Gonzalez Villalba

*San Lorenzo, Paraguay
2019*



EDITOR

Javier Ortigoza Guerreño

REVISORES

Wilber Nelson Ortíz

Alicia Duarte Caballero

FOTOGRAFÍAS

Javier Ortigoza Guerreño

Carlos Antonio López Talavera

Carlos David Leiva

Salvador Fabio Vega Martínez

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

Ortigoza Guerreño, Javier.

Guía técnica cultivo de maíz. /Javier Ortigoza Guerreño, Carlos Antonio López Talavera, Jorge Daniel González Villalba. – San Lorenzo, Paraguay : FCA, UNA, 2019. 48 p. : il. ; tablas, figuras ; 25 cm.

Incluye bibliografías y anexos.

ISBN 978-99967-940-5-6 (en línea)

ISBN 978-99967-940-4-9 (impresa)

1. Maíz (**Zea mays**). 2. Maíz - Características agronómicas. 3. Maíz - Condiciones edafoclimáticas. 4. Maíz - Variedades. 5. Maíz - Cultivo. 6. Maíz - Cuidados culturales. 7. Maíz - Abonos y fertilizantes. 8. Control de plagas. 9. Control de malezas. 10. Maíz - Cosecha. 11. Costo de producción. 12. Manejo postcosecha. 13. Comercialización. 14. Análisis económico. I. López Talavera, Carlos Antonio. II. González Villalba, Jorge Daniel. III. Título.

CODFCA 02.19.342

CDD: 633.15

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 MAÍZ

AUTORES

Javier Ortigoza Guerreño

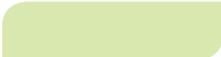
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.
Área de Suelos y Producción Agrícola
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción
Correo electrónico: javierortigoza25@hotmail.com

Carlos Antonio López Talavera

Ingeniero Agrónomo
Área de Producción Agrícola
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción
Correo electrónico: carlonto.19@gmail.com

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 maíz, 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, B.T.A. Oscar Vidal Alarcón González, Ing. Agr. Francisco Fermín Romero Benítez, B.T.A. Silvio Villalba Morínigo, Ing. Agr. Aldo Ramón Ruíz Vera, B.T.A. Carlos Aníbal Ferreira Adorno, Ing. Agr. Gustavo Ramón Vargas Brizuela, Ing. Agr. Salvador Fabio Vega Martínez y a los técnicos del Centro de Desarrollo Agropecuario Caaguazú Este, Ing. Agr. Nilda Beatriz González Brítez, B.T.A. Cristóbal Alderete Notario, Ing. Agr. Augusto Javier Azcona Pereira, asimismo, a los integrantes de los comités de productores “San Rafael”, distrito de Fulgencio Yegros, “Pytyvo rekavo”, distrito de Cnel. Maciel, “El Porvenir”, distrito de San Juan Nepomuceno (Departamento de Caazapá) y “Santa Catalina”, distrito de Juan Manuel Frutos (Departamento de Caaguazú). 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 Asuncion 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 MAÍZ**, 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 maíz 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, Distrito de Fulgencio Yegros; donde el maíz posee un gran valor como rubro de consumo familiar y constituye un rubro de renta importante. En este distrito existe baja productividad, debido a la baja fertilidad del suelo causada por las malas prácticas agrícolas.

La guía presenta un amplio marco referente al cultivo presentando la clasificación botánica y morfológica del maíz, características, variedades, exigencias, manejo de plagas, cosecha, poscosecha y costo de producción de las mismas. 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
2.1 Clasificación botánica	17
2.2 Descripción botánica	17
2.2.1 Raíces	17
2.2.2 Tallos	18
2.2.3 Hojas	18
2.2.4 Inflorescencia	18
2.2.5 Mazorca	18
2.2.5 Estructura del Grano	18
3. EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS	19
3.1 Suelo	19
3.2 Clima	19
3.3 Radiación Solar	20
3.4 Temperatura	20
3.5 Duración del día o fotoperiodo	20
3.6 Agua	20
4. VARIEDADES	21
4.1 Guaraní V - 311	21
4.2 Guaraní V - 312 - (Karapé pyta)	21
4.3 Guaraní V - 361 (Pichingá IAN)	21
4.4 Nutriguarani V1	22
4.5 Guaraní V - 251 (Avatí Morotĩ)	22
4.6 Experiencia de uso de nuevas variedades con el PPT	22
4.7. Híbridos	22
4.7.1 Ventajas y desventajas del uso de híbridos de maíz	23
4.7.2 Características de los materiales híbridos	24
5. IMPLANTACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO	25
5.1 Implantación del cultivo	25
5.2 Tratamiento de semilla	28
5.3 Experiencias de densidad adecuada en el marco del Proyecto PPT	28
5.4 Época de plantación	29

ÍNDICE

5.5 Selección de parcela en el marco del PPT	31
5.6 Extracción de muestras de suelo para análisis químico	31
5.7 Pasos a tener en cuenta para la extracción de muestra de suelo	31
5.8 Técnicas de preparación de suelo en el marco del PPT	33
5.8.1 Primera propuesta	33
5.8.2 Segunda propuesta	34
5.8.3 Tercera propuesta	35
<hr/>	
6. ENMIENDA Y FERTILIZACIÓN	36
6.1 Fertilización	36
<hr/>	
7. MANEJO DE PLAGAS Y MALEZAS	38
7.1 Manejo Integrado de Plagas	38
7.1.1 El Control cultural	38
7.1.2 El control filogenético	38
7.1.3 El control biológico	38
7.1.4 El control químico	38
7.2 Control de malezas	39
7.3 Métodos de combate	39
7.3.1 Prevención	39
7.3.2 Prácticas culturales	40
7.3.3 Práctica mecánica	40
7.3.4 Práctica química	40
<hr/>	
8. COSECHA, MANEJO POSTCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN	41
8.1 Cosecha y manejo post cosecha	41
<hr/>	
9. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO	43
9.1 Resultados en parcelas	45
9.2 Anexo	47
<hr/>	
10. BIBLIOGRAFÍA	48



MAIZ



1

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*), es considerado el tercer cultivo más importante del mundo, después del trigo y del arroz, debido a que se adapta ampliamente a las diversas condiciones ecológicas y edáficas, se lo cultiva en casi todo el mundo y se constituye, en alimento básico para millones de personas, especialmente en América latina.

El maíz es una de las plantas cuya producción es muy consumida a nivel país por las familias, por lo que el aumento de la productividad por área de superficie es una necesidad urgente, y se debe implementar nuevas prácticas agronómicas.

Es un cultivo de mucha importancia en los sistemas de producción de las pequeñas fincas, es utilizado como materia prima en la elaboración de diferentes platos típicos en el país, su consumo desde el estado lechoso, que se conoce como avatiky, hasta el grano seco, permite además la cría de animales de granja, que aportan huevos, leche y carne, diversificando así la producción de la finca, y con el aumento de la productividad se va a satisfacer la necesidad básica alimenticia de un creciente aumento poblacional del país y generar oportunidades rentables de ocupación laboral de jóvenes en el sector rural, logrando el arraigo de las familias campesinas.

Además de su gran valor como rubro de consumo familiar, su cultivo se puede enfocar como rubro comercializable ya que cuenta con mercado seguro.

Uno de los principales problemas con el cultivo de maíz es el bajo rendimiento, son diversas las causas a la que se puede atribuir: la baja fertilidad del suelo causada por las malas prácticas agrícolas, como la labranza sucesiva, la lixiviación rápida de los nutrientes y la erosión acelerada que ocasiona el empobrecimiento químico, físico y biológico del suelo.

Otro de los problemas que tenemos con el cultivo de maíz es la falta de semillas de buena calidad, ataque de plagas, mal uso de plaguicidas, y las condiciones climáticas de difícil control.

Esta situación justifica implementar los paquetes tecnológicos en el cultivo del maíz tendientes a incrementar su producción por unidad de superficie, y lograr que sea más rentable. Para lograr el aumento de la productividad se debe planificar todas las labores de cultivo desde la siembra hasta la cosecha, seleccionando semillas de buena calidad, variedades adaptadas a cada región, sembrando la densidad ideal, controlando plagas, enfermedades y malezas en forma oportuna.

En suelos degradados en algunos casos es bastante severo como en áreas agrícolas de la Región Oriental debido al prolongado tiempo de uso, manejo inadecuado, que producen disminución constante del rendimiento de los cultivos, aumento del costo de producción y por último el cultivo de maíz se siembra con hileras bastante separadas, lo que ofrece condiciones favorables para la erosión hídrica del suelo

Para explorar la posibilidad de la inclusión de los pequeños productores rurales a las cadenas de valor y las de explotación agrícola en Paraguay, la Facultad de Ciencias Agraria de la Universidad Nacional de Asunción (FCA/UNA) identificó la necesidad de incrementar la productividad y calidad de los productos de los pequeños productores a través del establecimiento y adopción de paquetes tecnológicos apropiados, de servicios de asistencia técnica eficiente, con la visita puesta en las características específicas de los territorios de producción.

Un tema importante de los paquetes tecnológicos es el mejoramiento del suelo, buena planificación, selección de semilla de calidad, fertilización adecuada, control oportuno de plagas y enfermedades, entre otros.

En este documento se presentan, de forma sencilla y práctica, las tecnologías de producción de maíz, en sistema convencional y conservacionista, utilizando semillas criollas e híbridos.

El contenido del mismo está dirigido principalmente a pequeños productores y técnicos extensionistas.

2

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA Y MORFOLÓGICA

2.1 Clasificación Botánica

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Subclase: Commelinidae
Orden: Poales
Familia: Gramineas.
Género: *Zea*
Especie: *mays*
Nombre Científico: *Zea mays* L.

2.2 Descripción botánica

El maíz es una planta anual de gran desarrollo vegetativo de porte robusto y con un rápido desarrollo, que puede alcanzar hasta 5 metros de altura (lo normal es de 2 a 2,50 metros).

2.2.1 Raíces

Son fasciculadas y robustas y su misión es, además de aportar alimento a la planta, ser un perfecto anclaje de la planta que se refuerza con la presencia de raíces adventicias.

2.2.2 Tallos

El tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entrenudos, cuyo número y longitud varían notablemente. La parte inferior y subterránea del tallo tiene entrenudos muy cortos de los que salen las raíces principales y los brotes laterales.

Los entrenudos superiores son cilíndricos; en corte transversal se observa que la epidermis se forma de paredes gruesas y haces vasculares cuya función principal es la conducción de agua y sustancias nutritivas obtenidas del suelo o elaboradas en las hojas.

2.2.3 Hojas

Este cereal tiene la hoja similar a la de otras gramíneas; está constituida de vaina, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta.

La lámina es una banda angosta y delgada hasta de 1,5 m. de largo por 10 cm. de ancho, que termina en un ápice muy agudo. El nervio central está bien desarrollado, es prominente en el envés de la hoja y cóncavo en el lado superior.

2.2.4 Inflorescencia

El maíz es una planta monoica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas, pero en la misma planta. La flor masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. La flor femenina, la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta. La flor está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas, brácteas o espata.

2.2.5 Mazorca

Al contrario de la mayor parte de las gramíneas, en el maíz la espiga es compacta y está protegida por las hojas transformadas, que en la mayoría de los casos la cubren por completo.

2.2.5 Estructura del Grano

Se desarrollan mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta de maíz en la inflorescencia femenina denominada espiga. Esta estructura puede contener de 300 a 1000 granos según el número de hileras, el diámetro y longitud de la mazorca. El peso del grano puede variar, de aproximadamente 19 a 30 g por cada 100 granos. Durante la recolección, las panojas de maíz son arrancadas manual o mecánicamente de la planta. Se pelan las brácteas que envuelven la mazorca y luego se separan los granos a mano o, más a menudo, mecánicamente. El número de granos y de filas de la mazorca dependerá de la variedad y del vigor del maíz.

3

EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

3.1 Suelo

El maíz muestra notoria predilección por suelos ricos en materia orgánica y dotada de adecuadas propiedades físicas y biológicas del suelo. La adaptabilidad en este aspecto es igualmente importante, aunque sean más favorables los suelos francos, profundos y con elevado nivel de fertilidad.

El suelo ideal para el cultivo de maíz es de textura intermedia, de franco a franco-arcilloso. Los suelos para el maíz deben ser bien drenados y aireados, al ser éste uno de los cultivos menos tolerantes a la baja difusión de aire en el suelo. El pH ideal para la siembra de maíz es de 5,5 a 7,0 existiendo fuera de estos límites problemas de toxicidad de ciertos elementos.

3.2 Clima

Para la germinación, la temperatura media diurna mínima debería de ser no menos de 10 °C, siendo la óptima entre 18 y 20 °C. Para el crecimiento soportan temperaturas como mínimo de 15 °C y como máxima de hasta 40 °C, siendo la ideal entre 20 a 30 °C. Y para la floración necesita temperaturas que estén en promedio de 20 a 30 °C. y con días soleados y noches frías. El periodo más crítico se sitúa durante e inmediatamente después de la floración.

La falta de agua es el factor más limitante en la producción de maíz en las zonas tropicales y subtropicales. Cuando hay estrés hídrico o sequía durante las primeras etapas (15 a 30 días) de establecido del cultivo puede ocasionar pérdidas de plantas jóvenes, reduciendo así la densidad poblacional o estancar su crecimiento. Sin embargo, el cultivo puede recuperarse sin afectar seriamente el rendimiento. Cerca de la floración (desde unas dos semanas antes de la emisión de estigmas, hasta dos semanas después de ésta) el maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante este período.

3.3 Radiación Solar

Las plantas crecen porque producen su alimento a partir de la luz y otros ingredientes, en el proceso de la fotosíntesis. La eficiencia con que el maíz utiliza la radiación solar, dependerá de su desarrollo foliar.

3.4 Temperatura

El maíz es un cultivo que precisa temperaturas relativamente altas para un máximo desarrollo. Por debajo de los 8 grados centígrados el crecimiento es nulo en la mayoría de los cultivares utilizados en nuestro país. Con temperaturas superiores, el desarrollo de hojas es más veloz, siendo beneficioso ya que en éstas se produce el proceso de fotosíntesis, producto del cual la planta se alimenta y crece. Por ello, temperaturas medias están asociadas con mejores rendimientos finales del cultivo.

3.5 Duración del día o fotoperiodo

El ciclo del maíz es una especie de días cortos. Es decir, su ciclo se acorta al acortarse la duración del día. Por ello es importante una siembra temprana del cultivo, para que cada etapa tenga un desarrollo óptimo, contribuyendo a un mayor rendimiento.

3.6 Agua

El cultivo de maíz es muy susceptible a la falta de agua, especialmente en el período entre floración y llenado de grano. Esta etapa es crítica para la determinación del rendimiento del cultivo. El requerimiento hídrico del cultivo de maíz en todo su ciclo esta 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo.

4

VARIEDADES**4.1 Guaraní V - 311**

Es una variedad de porte alto, con tendencia al vuelco, de ciclo largo (165 días). Es de buena adaptación a todas las zonas maiceras del país y se destaca por su rusticidad.

4.2 Guaraní V - 312 (Karapé pyta)

La variedad Karape Pytá posee alta estabilidad, por lo que puede ser sembrada en todas las zonas productoras. Se adapta a condiciones de mediana fertilidad y posee una excelente respuesta a la aplicación de fertilizante. Por estas características su uso es adecuado para pequeños, medianos y grandes productores. Es de ciclo precoz, textura de grano duro y color del grano anaranjado y el número de hileras de grano varía de 12 a 16. La época de siembra normal va de agosto a octubre y en la entresafra de enero a febrero.

4.3 Guaraní V - 361 (Pichingá IAN)

Es una variedad de porte bajo y de ciclo corto (135 días), con tallos finos y poco follaje. Es un material muy prolífico. Su grano es pequeño y duro, que por acción del calor revienta.

4.4 Nutriguarani V1

La variedad de maíz Nutriguarani V1, es de ciclo precoz, se originó de la Población 66 del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (CIMMYT). La Población 66 posee granos modificados, con calidad de proteína superior en un 60 - 70% a los maíces normales. Dicho material genético fue sometido a varios ciclos de selección y adaptación a las condiciones agro ecológicas del país. Se registró con el nombre de Nutriguaraní, por la calidad nutritiva de su grano. Entre sus características se puede mencionar que la textura del grano es normal, número de hileras de grano varía de entre 12 a 20, y la época de siembra normal es de agosto a octubre.

4.5 Guaraní V - 251 (Avatí Morotí)

Es una variedad de porte alto, con tendencia al vuelco y de ciclo largo (165 días). Su mazorca es fina y alargada. Su grano es de color amarillo, con endospermo amiláceo.

Es una variedad muy exigente en cuanto a la época de siembra, razón por la que requiere ser sembrada en época oportuna de agosto a setiembre.

4.6 Experiencia de uso de nuevas variedades con el PPT

Al inicio de la asistencia técnica del PPT los productores han mencionado la baja productividad de sus cultivos de maíz de la variedad maíz chipa (Avatí Morotí), causado por la degeneración a consecuencia de las cruces con otras variedades y que aún siguen utilizando año tras año, debido a la falta de semillas puras (*Figura 1 a*).

Ante esta situación el equipo técnico del PPT, considera importante el acceso a otras variedades de maíz chipa o que por lo menos se utilicen semillas procedentes de otras zonas, para el efecto se han realizado las gestiones correspondientes para acceder a semillas mejoradas de maíz chipa. Se consiguió una nueva variedad: La Nutriguarani V1 (*Figura 1 b*) que es de ciclo corto y con buenas características agronómicas. Se inició con la instalación de parcelas de prueba y de demostración, realizando el seguimiento con el apoyo de todos los productores que reciben asistencia del proyecto, logrando con la inclusión de esta nueva variedad en el Departamento de Caazapá, aumentar la productividad.

4.7 Híbridos

La obtención de híbridos de alta productividad se basa en aprovechar el fenómeno de heterosis (vigor híbrido) que se produce al cruzar dos líneas puras.

Estas líneas puras, base para la hibridación, se obtienen por autofecundación orientada hacia la consecución de líneas que reúnen los caracteres favorables que debe tener el híbrido. El híbrido, entre dichas líneas, junto a los caracteres aportados por ellos, resulta en un vigoroso producto del cruce, que se manifiesta por una producción superior a la de los progenitores: este es el híbrido simple.

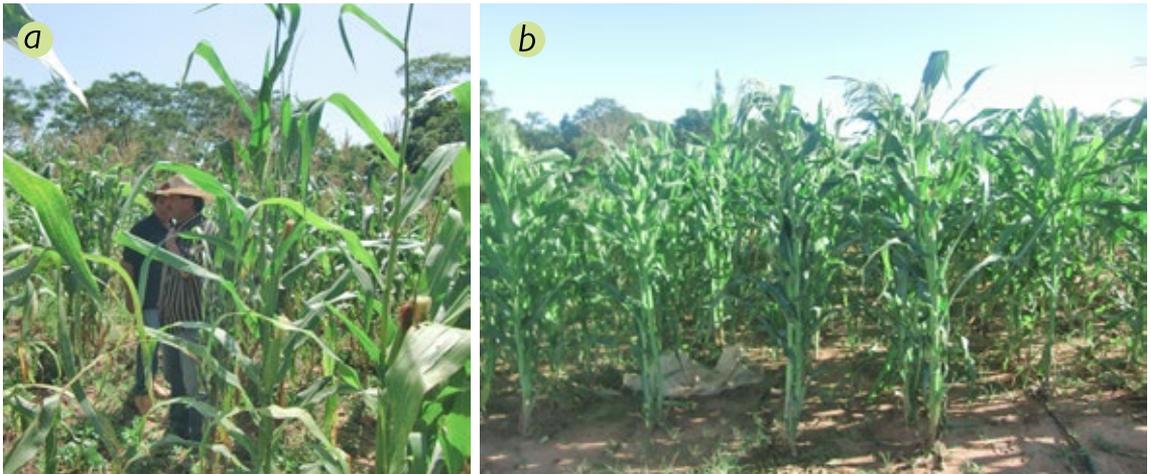


Figura 1. Productores de la compañía de San Rafael, Distrito de Fulgencio Yegros exponiendo la problemática del maíz chípa al inicio del proyecto (a) y la nueva variedad introducida por el Proyecto PPT: La Nutriguarani V1 (b).



Figura 2. Calidad de mazorca del maíz (a) y calidad de los granos de Variedad Nutriguarani V1 en finca de productores asistidos por el Proyecto PPT (b).

4.7.1 Ventajas y desventajas del uso de híbridos de maíz

Entre las ventajas de los híbridos, en relación con las variedades criollas y las sintéticas, se pueden citar las siguientes: mayor producción de grano, uniformidad en floración, altura de planta y maduración, plantas más cortas pero vigorosas, que resisten el acame y rotura, mayor sanidad de mazorca y grano; en general, mayor precocidad y desarrollo inicial. Entre las desventajas es que hay una reducida área de adaptación, tanto en tiempo como espacio (alta interacción genotipoambiente); necesidad de obtener semillas para cada siembra y su alto costo; necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar su potencialidad genética.

4.7.2 Características de los materiales híbridos

DOW 2B604W

Este material híbrido es de porte medio, altura de planta de 2,25 m, altura de espiga de 1,25 m, arquitectura semi erecta, resistencia física media del tallo, alta sanidad del tallo, alta resistencia física de la raíz, espiga cilíndrica, número de hileras por espigas 18 a 20, desgrane fácil, cobertura optima de la espiga, alta compensación por tamaño de espiga, grano de color anaranjado y de textura semiduro. Recomendado en todas las regiones de producción del país. Siembra en toda la zafra de verano y las primeras épocas de zafriña (enero a febrero). No presenta limitaciones para regiones como así también se lo puede plantar durante la duración de la siembra de febrero.

La tecnología a ser utilizada es alta y debe de ir acompañado de buena fertilización básica, la densidad recomendada es de 55.000 a 60.000 plantas/Hectárea con rendimiento promedio de 6700 kg/ha.

DKB 910 Pro

Excelente calidad de grano con buen potencial productivo, alta precocidad, con elevada tasa de secado de espiga. Muy recomendado para Zafriña, adaptabilidad a todas las regiones del Paraguay, muy buena sanidad de planta. El grano posee una coloración característica rojiza moteada, tiene un rendimiento promedio de 7000kg/ha.

DKB 390 VT 3P

Características de ciclo: semiprecoz, altura de planta 2.25 m, inserción de espiga: 1.20 m, hojas: semi erectas, granos: semi duros, amarillos oscuros, enchalado: excelente, tallo: alta sanidad, alta resistencia al quebrado, sistema radicular: excelente, nivel de tecnología: alto, finalidad de uso: producción de granos, ensilaje grano húmedo, restricción a herbicidas: no tiene restricciones. Recomendaciones, evitar poblaciones a cosecha superiores a 60.000 pl/ha, evitar siembras tardías para evitar la presión de enfermedades que puedan afectar la calidad del grano. Es un material de buen rendimiento, destacándose en ambientes con más de 5000 kilos/ha.

5

IMPLANTACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO

5.1 Implantación del cultivo

Para el logro de una buena productividad del maíz, la clave para el éxito es, que se sigan todas las recomendaciones del paquete tecnológico que se inician con una buena implantación del cultivo.

La calidad de la siembra es uno de los puntos críticos y más importantes en la definición del potencial de rendimiento de un cultivo de maíz, y es donde se involucra la calidad de la semilla para obtener un buen porcentaje de emergencia.

Si se realiza una buena siembra, la emergencia debe ser uniforme en toda la parcela y esto se logra con la utilización de semillas de tamaño y profundidad de siembra uniforme, con lo cual se puede evitar la existencia de plantas dominantes y dominadas.

Es muy importante determinar las variedades a sembrar y conocer las características morfológicas de la planta, para definir la distancia de siembra entre hileras y entre plantas.

Existen varios factores que pueden causar falta de uniformidad en la emergencia, desarrollo vegetativo y productividad del maíz.



Figura 3. Selección de mazorcas para semillero y desgrane de los extremos para eliminar semillas pequeñas y deformadas.

Antes y durante la siembra de maíz es fundamental importancia tener en cuenta estos factores:

- **Experiencia con PPT:** Selección de mazorcas semilleros. Técnica muy utilizada por los agricultores, pues forma parte de la cultura de los antepasados, como estrategia de mejorar los lotes de cultivo cada año. A demás de la selección de mazorcas, se realiza el desgrane de ambos extremos de las espigas para eliminar semillas pequeñas y deformadas.
- Realizar la selección de las mazorcas de mejor calidad: Mayor número de hileras de granos por mazorca, el tamaño de semillas debe ser uniforme. (Figura 4 a)
- Realizar clasificación de semillas a través de una zaranda, para lograr que la sembradora (matraca) pueda depositar la cantidad de semilla deseada por hoyo, y obtener el desarrollo vegetativo uniforme (Figura 4 b).
- Realizar una prueba de porcentaje de germinación antes del establecimiento a nivel de campo. Para el efecto seleccionar 100 semillas al azar, sembrar en un pequeño almácigo y regar. (Figura 5 a)
- A partir de los cinco días evaluar su emergencia, lo ideal es que tenga mayor al 90% de poder germinativo, de tal forma a que no influya en el rendimiento final. (Figura 5 b)
- Sembrar a la misma profundidad para que la emergencia sea lo más parejo posible. La profundidad de ideal de siembra es de 3 - 4 cm, no debe ser superior a los 5 cm.
- Debe haber un buen contacto entre el suelo y la semilla y evitar la siembra en suelos muy secos y con excesiva humedad.
- Controlar plagas, enfermedades y malezas del suelo que puedan atacar a las plántulas recién emergidas.

Recuerde que si utiliza semilla de buena calidad, asegura una buena emergencia, desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo y puede evitar resiembra y raleo.



Figura 4. Selección de mazorca de mejor calidad (a) y clasificación a través de una zaranda para uniformizar tamaño de semillas (b).



Figura 5. Siembra de cien semillas en almácigos (a) y conteo de plantines emergidas para conocer el porcentaje de germinación antes de la siembra definitiva (b).



Figura 6. Semillas tratadas con productos químicos antes de la siembra (Foto a y b).

5.2 Tratamiento de semilla

Generalmente los suelos donde está asentados la Agricultura Familiar Campesina están muy degradados y con alta incidencia de plagas y enfermedades en los suelos, por lo que es de mucha importancia que las semillas sean tratadas antes de la siembra. Se trata la semilla para protegerla de las plagas de suelo como gallina ciega y gusano alambre, plagas foliares como cortadores, diabrótica y chupadores y algunas enfermedades que le afectan cuando están emergiendo especialmente en años húmedos y frescos con sistemas de conservación (Figura 6).

5.3 Experiencias de densidad adecuada en el marco del Proyecto PPT

Al inicio de la implementación del Proyecto se presentan varios problemas en el momento de la implantación del cultivo y para evitarlos se fomenta la selección y clasificación adecuada de semillas, uso de sembradora sofisticada para asegurar la siembra y evitar raleo, buena densidad de siembra, y la profundidad adecuada entre otros. Para el efecto se llevó un modelo de sembradora tipo matraca que cuenta con diferentes discos para diferentes tamaños de semillas, con profundidad de siembra regulable, doble función (siembra y fertilización).

Esta matraca tiene todas las características de una sembradora mecanizada, ya que tiene unos discos que facilita el depósito de una semilla por hoyo. Se hizo demostración de práctica de siembra con los productores, y al convencerse de la utilidad de los mismo, se realizó las gestiones para la compra del mismo con recurso propio de las organizaciones. En la figura 7 se puede apreciar la densidad adecuada que se logra con este tipo de matraca.

Figura 7. Sembradora tipo matraca liviana a disco recomendada por el PPT para la Agricultura Familiar Campesina con lo cual se logra depositar la cantidad deseada de semilla por hoyo.



5.4 Época de plantación

Variedades época y densidad de siembra

La época ideal (normal) de siembra para el cultivo del maíz va desde mediados de agosto a octubre. El maíz tupí produce bien también en épocas de la entre zafra, desde enero hasta febrero (época alternativa o zafriña). En parcelas destinadas para recuperación de suelos con Kumanda Yvyra'í, el maíz deberá sembrarse lo más temprano posible; de agosto a septiembre.

La densidad de población por unidad de área depende de varios factores. Entre los más importantes están los siguientes: fertilidad del suelo, humedad disponible, porcentaje de germinación y características agronómicas de la variedad. Las variedades mejoradas soportan mayor densidad de población en comparación con las variedades criollas. Al sembrar con maquinaria o matraca es importante una buena calibración del equipo de sembrar con la finalidad de obtener la población deseada.

Tanto en el sistema convencional como en la siembra directa puede utilizarse la sembradora manual tipo matraca. Opcionalmente puede sembrarse con sembradora a tracción animal, o abriendo hoyos con yvyrá acuá, azada, etc. La profundidad de siembra debe ser de 3 a 4 cm. Cuando se utiliza el sistema de siembra directa es común que las semillas queden al descubierto, las cuales deben ser tapados con tierra utilizándose palos u otros medios.

La variedad GUARANI V - 312 (Karapé Pyta) se recomienda sembrar en época normal de agosto a octubre y en la entre zafra (zafriña) de enero a febrero, a una distancia entre hilera de 0,8 a 0,9 m y entre planta de 0,20 m con una planta/hoyo y/o 0,40 m con 2 planta/hoyo, es la variedad que se utilizó en el marco del PPT.



Figura 8. Productores del Consejo de Desarrollo Comunitario de San Rafael - F. Yegros, seleccionando parcelas para sistema de siembra convencional e iniciar con el sistema de siembra directa (a) y cobertura de mucuna ceniza para siembra directa de maíz (b).

La variedad GUARANÍ V - 251 (Avatí Morotí) es de ciclo largo, muy exigente a la época de siembra. Se recomienda sembrar de agosto a setiembre, a una distancia entre hilera de 0,9 a 1,0 m y entre planta de 0,40 m con 2 planta/hoyo.

La mayoría de los híbridos utilizados en nuestro país tiene alto potencial productivo, es exigente en fertilidad de suelo, se recomienda su siembra para zafra normal de agosto a octubre y entre zafra, de enero a febrero, una de sus características es que las hojas son semi erectas lo que permite aumentar la densidad poblacional y se recomienda a una distancia entre hilera de 0,7 m y entre planta 0,20 m con una planta/hoyo. Cada híbrido tiene sus propias características que se debe conocer antes de la siembra.

5.5 Selección de parcela en el marco del PPT

Para la implantación de sistemas de producción de maíz sin fertilización química se recomienda utilizar suelos medianamente fértiles a fértiles (que producen normalmente más de 2000 kg/ha de granos de maíz). En la mayoría de los casos el pequeño productor está asentado sobre suelos muy degradados donde el rendimiento de maíz no supera los 1500 kg/ha de granos de maíz, para el efecto se recomienda realizar un buen subsolado del suelo, para romper el pie de arado y sembrar maíz en el mes de agosto con una fertilización química u orgánica según recomendaciones de análisis de suelo y disponibilidad de recursos de los productores. Cuando el maíz tenga 50 a 60 días se debe asociar con Kumanda Yvyra'í, dos hileras por melga de maíz para iniciar un proceso de recuperación de suelos degradados.

Si el productor dispone de parcelas de abonos verdes de las familias de las leguminosas (Kumanda Yvyra'i, Mucuna Ceniza, Crotalaria Júncea, Canavalia) es importante seleccionar estas parcelas, para la siembra del maíz, sobre sus rastrojos y de esa forma aprovechar la cobertura para mantener la humedad del suelo y aprovechar los nutrientes que van liberando los rastrojos de los abonos verdes (*Figura 8*).

5.6 Extracción de muestras de suelo para análisis químico

Una vez seleccionada la parcela donde será instalado el cultivo, se debe extraer muestras de suelo para su análisis correspondiente, de tal forma a aplicar cal agrícola según necesidad, enmiendas orgánicas y el fertilizante químico para aumentar la productividad.

La principal finalidad del análisis de suelo es medir o cuantificar el estado de fertilidad de los suelos, indicando la disponibilidad de algunos de los principales nutrientes para los cultivos, como base para una recomendación racional y económica de correctivos y fertilizantes. Sirve como un medio para auxiliar las orientaciones de fertilización y no es una solución única que garantice el éxito de los cultivos.

5.6.1 Pasos a tener en cuenta para la extracción de muestra de suelo

- **Primer paso:** Seleccionar, preparar los materiales y herramientas necesarias para extraer la muestra: pala o barreno, machete y/o cuchillo, balde y bolsa plástica (bien limpios), etiquetas y bolígrafo.
- **Segundo paso:** Elaborar un plano de la finca y dividir en áreas según el tipo de suelo y vegetación, solo después proceder a extraer las muestras. Las diferencias de

parcelas pueden ser por: **Color del suelo:** rojo, gris, negro, etc.; **Pendiente:** plana, ondulada, accidentada.; **Vegetación:** bosques, barbecho, campo natural, cultivo (perenne o anual); **Textura:** arenosa, arcillosa, franca.; **Manejo:** cultivado, fertilizado, encalado, rosado, etc.

- **Tercer paso:** Recorrer la parcela seleccionada en “zig-zag” y extraer por lo menos 15 a 20 sub muestras.
- **Cuarto paso:** En cada punto seleccionado, limpiar la superficie de suelo, retirando la vegetación u otros restos de plantas, antes de extraer la sub muestra. Cuidar de no eliminar la primera capa de suelo.
- **Quinto paso:** Abrir un hoyo en forma de “V” por lo menos hasta la profundidad recomendada para el tipo de cultivo a implantar.
- **Sexto paso:** Cortar y desechar los bordes izquierdo, derecho y parte de abajo con un cuchillo, colocar el suelo de la parte central en un balde.
- **Séptimo paso:** Una vez recogida las 15 a 20 sub muestras en el balde, mezclar bien y sacar una muestra compuesta de aproximadamente 1 Kg y cargar en una bolsa plástica para enviar al laboratorio.

Para la extracción de muestras de suelo tener estos cuidados:

- Eliminar rastros superficiales y no suelo superficial que contenga pequeñas fracciones orgánicas.
- Evitar muestrear surcos de erosión, líneas de siembra, hormigueros, camellones de las curvas de nivel.
- Evitar envases usados de leche, arroz, fertilizantes, cal agrícola, plaguicidas, etc.

Para enviar al laboratorio, agregar los siguientes datos

- Nombre completo y teléfono del propietario
- Nombre completo y teléfono del remitente
- Nombre del departamento, distrito y compañía donde se encuentra la propiedad
- Código de la muestra
- Superficie en hectárea que representa la muestra
- Profundidad de la muestra
- Habilitación y uso actual de la parcela
- Paisaje del lugar: serranía, lomada, valle o llanura
- Drenaje del lugar: excesivo, bueno, moderado, pobre, muy pobre o inundado
- Rociedad y/o pedregosidad del lugar: nula, moderada o fuerte
- Cultivo o manejo anterior
- Fecha de extracción de las muestras
- Uso futuro: cultivo a implantar



Figura 9. Productor del Consejo de Desarrollo San Rafael en su parcela, después del surcado (a), y aplicación de estiércol y cal agrícola en forma localizada en el surco (b).

5.7 Técnicas de preparación de suelo en el marco del PPT

La práctica de preparación de suelo varía según las disponibilidades de los productores, pero siempre es importante tener en cuenta que se debe iniciar con algún sistema de recuperación de suelos, utilizando abonos verdes en rotación y asociación de cultivos, para mantener la cobertura de suelo, ya que la mayoría de la Agricultura Familiar Campesina está asentada en suelos muy degradados.

5.7.1 Primera Propuesta

Según Experiencias en el marco del PPT, los productores del Consejo de Desarrollo Comunitario de San Rafael - Distrito de Fulgencio Yegros han experimentado muchos sistemas de preparación de suelo para producción de maíz y durante la asistencia técnica con el proyecto, han experimentado el aumento de la productividad con la siguiente técnica:

- Realizar corpida del terreno y abrir surcos a una distancia de 1 metro entre hilera, con una profundidad de 15 a 20 cm (Figura 9 a), llenar los surcos con estiércol bovino (10 t/ha) y aplicar cal agrícola según recomendación de resultados de análisis (Figura 9 b) cubrir con una capa de suelo. Esta actividad se debe realizar aproximadamente dos meses antes de implantar el cultivo (julio), para que la materia orgánica pueda descomponerse bien y la cal agrícola tenga efecto.
- Con esta técnica de aplicación se aprovecha mejor los nutrientes del estiércol bovino ya que se aplica solo en las futuras hileras del maíz y se disminuye la cantidad necesaria del abono por hectárea y el esfuerzo para el traslado, en relación a una aplicación total de



Figura 10. Asociación de maíz / kumanda yvyra'í para recuperación de suelos degradados en el primer año (a), y siembra de maíz sobre rastrojos de kumanda yvyra'i en el segundo año (b).

toda la superficie. Estos datos fueron analizados y experimentados en parcelas demostrativas y se encontró que efectivamente se mejoran los rendimientos y la rentabilidad del maíz. Estas experiencias fueron compartidas con las demás organizaciones para su implementación a través de prácticas de demostración de métodos.

5.7.2 Segunda Propuesta

Si el suelo está muy degradado y el rendimiento del maíz es menor a 1.500 kg/ha, se debe iniciar un proceso de recuperación de suelos degradados, realizando las siguientes actividades por dos años:

- **En el año 1:** En los meses de abril- mayo, se debe aplicar cal agrícola si el suelo es ácido, o para aumentar la concentración de Ca + Mg, según resultados de análisis de suelo. Posteriormente realizar una buena preparación de suelo, para incorporar la cal y nivelar el terreno, si fuese necesario. A inicios del mes de agosto realizar un buen subsolado del suelo, para romper el pie de arado y sembrar maíz a una distancia de 0,8 a 1 m, entre hilera y 0,20 a 0,25 m entre planta, dejando una planta por hoyo, y si el productor dispone de recursos, aplicar fertilizante compuesto según análisis de suelo.

A los 50 a 60 días después de la siembra de maíz (primera quincena de octubre) realizar la limpieza correspondiente y sembrar Kumanda Yvyra'í, dos hileras por melga de maíz a una distancia entre planta de 30 a 35 cm, depositando 8 a 10 semillas por hoyo, para evitar que los tallos se engrosen y dificulte su manejo al año siguiente, para lo cual se necesita 30 a 35 kg/ha de semilla de Kumanda Yvyra'í. (Figura 10 a).

Una vez que el maíz llegue a su ciclo se cosecha y se deja desarrollar libremente el Kumanda Yvyra'í.

- **En el año 2:** Al final del mes de agosto e inicio de septiembre se corta con machete el Kumanda Yvyra'í y se deja sobre la superficie del suelo, se espera entre 20 a 30 días, para que se inicie el proceso de descomposición del rastrojo, y cultivar sobre el mismo maíz (Figura 10 b), asociado con mucuna ceniza a los 90 días, sembrando dos hileras por melga de maíz a una distancia entre planta de 35 a 40 cm, para el efecto se necesita 100 a 120 kg/ha de semilla de mucuna, una vez que llega a su ciclo el maíz se cosecha, dejando crecer la mucuna.

5.7.3 Tercera Propuesta

- Es importante que el productor realice la siembra de maíz en la entre zafra (zafriña), para el efecto, debe preparar su suelo realizando la siembra de uno de estos abonos verdes de verano de la familia de las leguminosas (Mucuna Ceniza, Kumanda Yvyra'í, Crotalaria y/o Canavalia) a inicios del mes de setiembre, para lograr un buen desarrollo vegetativo de estos abonos verdes, y realizar el manejo a finales del mes de enero del siguiente año (4,5 meses de desarrollo). Una vez manejado el abono verde, se espera entre 8 a 15 días para el secado de la cobertura y se procede a la siembra de maíz, a la densidad recomendada según la variedad utilizada.



Figura 11. Cobertura de mucuna ceniza manejado a fin del mes de enero para la siembra de maíz en la entre zafra (a), y maíz sembrado sobre rastrojos de kumanda yvyra'i en el mes de febrero (b).

6

APLICACIÓN DE ENMIENDAS Y FERTILIZANTES

El pH del suelo es un factor crítico y limitante de la producción de cultivos, incluyendo al maíz. Para información general, el pH del suelo limita la absorción de nutrientes; en suelos ácidos, los elementos N, P, K, Ca, Mg, S y Mo y en los suelos alcalinos, Fe, B, Zn, Cu, Cl y Mo tienen disponibilidad limitada. En suelos muy ácidos, si hay aluminio este se vuelve disponible y este elemento es tóxico para los cultivos causando quemadura del sistema radicular y ayuda a mantener ácido el suelo (buffer). El pH ideal donde todos los elementos tienden a estar en mayor disponibilidad es de 5,5 a 7,0. La aplicación de cal agrícola se debe realizar en base a un análisis de suelo, y se puede aplicar en forma parcial, en las futuras hileras del maíz como se explicó en las técnicas de preparación de suelo, como también se puede hacer una aplicación en toda la superficie del suelo (*Figura 12*). Siempre es importante realizar esta actividad 2 a 3 meses antes de la siembra del maíz.

6.1 Fertilización

El maíz es una planta exigente y muy sensible a las variaciones de fertilidad del suelo, por ende, responde bien a las aplicaciones de compuestos orgánicos, fertilizantes químicos y se debe aplicar en base a un análisis de suelo. El manejo eficiente de la nutrición en el cultivo de maíz es fundamental para alcanzar rendimientos elevados, sostenidos en el tiempo, y con resultados económicos positivos.

El empleo de abonos orgánicos y minerales debe orientarse en la meta de producción por que se extraen grandes cantidades de nutrientes del suelo disminuyendo sus reservas, por lo que no debe considerarse solo las necesidades de un cultivo, sino también el balance de nutrientes de los cultivos de rotación.



Figura 12. Aplicación de cal agrícola en toda la superficie del suelo, dos a tres meses antes de la siembra del maíz (foto a y b).



Tabla 1. Requerimientos nutricionales del maíz.

REQUERIMIENTO	N	P	K	Ca	Mg	S
kg/T	22	4	19	3	3	4

Fuente: IPNI (2007), citado por Tomayo (2014). Requerimientos nutricionales de los cultivos.

7

MANEJO DE PLAGAS Y MALEZAS

7.1 Manejo Integrado de Plagas

El manejo integrado de plagas es el trabajo agrícola que utiliza técnicas y métodos apropiados para el control de plagas, manteniendo las plagas en niveles inferiores a los que causan daño económico, trabajando junto con la naturaleza y no contra ella. El manejo integrado de plagas es fácil de aplicar en el cultivo de maíz, donde podemos poner en práctica diferentes tipos de control, como:

7.1.1 El Control cultural

- Uso de semilla seleccionada
- Rotación de cultivos (maíz, leguminosas)
- Asocio de cultivos (maíz, abonos verdes de la familia de las leguminosas)
- Cero labranza o labranza mínima
- Épocas de siembra
- Manejo de plantas no deseables (malezas)
- Densidad de siembra y fertilización

7.1.2 El control filogenético: es el uso de variedades resistentes o tolerantes a las plagas.

7.1.3 El control biológico: permite usar enemigos naturales de las plagas, atacándolas o devorándolas o sea matándolas.

7.1.4 El control químico: se refiere al uso de plaguicidas. Por su toxicidad, la decisión de aplicación debe partir de recuentos de plagas previamente realizados que nos indiquen si existe una población de plaga que dañe el rendimiento del cultivo en una proporción seria o grave.



Figura 13. Planta de maíz atacado por gusano cogollero.

7.2 Control de malezas

Uno de los factores que afectan los bajos rendimientos del maíz, es la maleza; ésta afecta el cultivo en las siguientes formas:

- Le resta agua, nutrientes y luz solar. Esta competencia es especialmente crítica durante las primeras cinco semanas, lo cual trae como consecuencia una reducción en los rendimientos.
- Dificulta el combate de insectos y enfermedades, así como otras prácticas culturales; lo cual aumenta los costos de producción.
- Obstaculiza y a la vez encarece la recolección de la cosecha, bien sea manual o mecanizada y alberga insectos y patógenos que atacan el maíz.

7.3 Métodos de combate

Para evitar o reducir al mínimo los inconvenientes ocasionados por las malezas, es necesario utilizar métodos de prevención y control eficaces y económicos.

7.3.1 Prevención. Las medidas preventivas, permiten disminuir la invasión de plantas dañinas y para el efecto se debe:

- Sembrar semillas seleccionadas de calidad, si es comprada que sea certificada y libres de malezas.
- Limpiar la maquinaria e implementos (matraca), especialmente cuando provienen de otras fincas, para eliminar los residuos de malezas.
- Destrucción temprana de la maleza, antes de que formen semilla tanto dentro de la siembra, como en sus alrededores, así mismo, cuando el terreno permanece en descanso.

7.3.2 Prácticas culturales. Esto significa dar las mejores condiciones al cultivo para propiciar un desarrollo más rápido y mejor con una mayor capacidad competitiva y entre las prácticas culturales recomendadas están:

- Buena preparación del suelo. En sistema de siembra directa proveer de una buena cobertura para mantener humedad y controlar la emergencia de malezas
- Sembrar el cultivar (híbrido o variedad) recomendado para cada zona.
- Abonar al momento de la siembra, y en cobertura según recomendaciones técnicas para un buen desarrollo de la planta.

7.3.3 Práctica mecánica. Se debe realizar 2 a 3 limpiezas con azada, evitando que sea afectado por malezas en los primeros 50 días de desarrollo, también se puede hacer con carrancho evitando el surcado profundo para iniciar el sistema de siembra directa. (Figura 14 a).

7.3.4 Práctica química. Se puede aplicar en sistema de siembra directa, herbicida no selectiva de acción total antes de la siembra del maíz, o utilizar herbicida selectivo como el Atrazina, puede aplicarse pre y pos emergencia de malezas, siempre y cuando ésta no haya pasado la etapa de las cuatro primeras hojas.

También se puede utilizar glifosato de acción total, si el productor utiliza maíz transgénico (Figura 14 b).



Figura 14. Control mecánico de las malezas (a) y control químico con aplicación de herbicida (glifosato) en parcelas de maíz transgénico (b).

8

COSECHA, MANEJO POSTCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN

8.1 Cosecha y manejo post cosecha

La cosecha se realiza normalmente en forma manual (*Figura 15*), una vez que hayan madurado los granos, inmediatamente deberán ser trasladados a un secadero y mantenerlo hasta bajar la humedad a 15 - 16%. Posteriormente realizar la trilla en forma manual o con desgranadora, y someter de nuevo al secado a sol hasta alcanzar por lo menos 13% de humedad. Secar el grano es un paso muy importante para evitar daños, principalmente de hongos e insectos.



Figura 15.
Cosecha de
maíz en forma
manual.



Figura 16. Secado de granos de maíz para bajar su porcentaje de humedad.

El secado en carpas se puede hacer en mazorcas o desgranado (Figura 16). El uso de la carpa facilita la protección de la cosecha en caso de lluvias inesperadas. Guardar los granos en un silo, aplicar Gastoxin y cerrar herméticamente.

Antes de guardar los granos en el silo es importante: Limpiar el interior del silo con un trapo seco, si hay daños por el uso, como agujeros, rotura de soldaduras o corrosión debe repararse, se debe colocar el recipiente sobre una tarima o plataforma de madera para evitar la oxidación debido al contacto con el suelo.

Recuerde que el buen almacenamiento es necesario para que tenga a salvo su cosecha. Un mal almacenamiento provoca la pérdida de peso, calidad y valor nutritivo del grano, consecuentemente también pérdida de dinero.

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 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 2016 - 2017, 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 cuanto a la participación porcentual de cada uno de los ítems, se puede apreciar que los costos directos representan alrededor del 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 40, 44 y 6, respectivamente.

Tabla 2. Resumen de costos de producción del cultivo de maíz, año 2016 -2017.

CONCEPTO	TOTAL (₡)	%
I.- COSTOS DIRECTOS	4.276.939	90
A. Insumos técnicos	1.936.500	40
B.- Insumos Físicos	2.070.000	44
C.- Intereses s/costos directos (13,5% anual)	270.439	6
II.- COSTOS INDIRECTOS	450.000	10
A.- Bienes Móviles	250.000	5
B.- Bienes Inmóviles	200.000	5
COSTO TOTAL	4.726.939	100

Para el cálculo de los resultados económicos, se consideró el precio base del maíz en 1.200 ₡ kg⁻¹, 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 (4.150 kg), cuyo monto alcanzó 4.980.000 ₡. El costo total de producción por hectárea de maíz, tal como se observa en el *Tabla 2*, fue 4.726.939 ₡, y el costo medio de 1.139 ₡ (*Tabla 3*), que muestra el costo por kilogramo de maíz con la aplicación de los componentes tecnológicos. Al ingreso bruto se le restó el costo directo quedando 703.061 ₡ como margen bruto, es decir, la cantidad de dinero disponible 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 253.061 ₡ 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

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 maíz en una zona específica, que en este caso fue en el comité San Rafael, compañía San Rafael, distrito de Fulgencio Yegros para el año 2016-2017.

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

último, sirvió para calcular la rentabilidad de la actividad que arrojó un valor de 5%, es decir, el rendimiento de la inversión para el productor en ese porcentaje sobre el monto del costo total. El punto de equilibrio para la tecnología recomendada fue de 3.564 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 33 jornales para la producción de una hectárea de maíz considerando los componentes del paquete sugeridos a los productores, que se visualiza en el *Tabla 3*.

Cada jornal invertido en la producción rindió 67.908 ₡, es decir, 7.908 ₡ por encima de lo que se paga en la zona por jornal, en las actividades extraprediales.

Con los indicadores obtenidos en el periodo de análisis se puede rescatar que al aplicar los componentes tecnológicos, el rendimiento se incrementa observándose una respuesta positiva de los factores utilizados. Así como en la producción de otros rubros, la inversión en algunos de los componentes como análisis de suelo y cal agrícola se recomienda realizar cada tres años y se espera un mayor margen para el productor en los siguientes periodos agrícolas.

Tabla 3. Variables en indicadores económicos sobre el cultivo de maíz, año 2016 -2017.

INDICADOR	UNIDAD	VALOR
1.- Precio de venta (Precio en finca)	₡ kg ⁻¹	1.200
2.- Rendimiento (Producción por hectárea)	kg ha ⁻¹	4.150
3.- Ingreso bruto (1 x 2)	₡ ha ⁻¹	4.980.000
4.- Costo total (Costo directo + costo indirecto)	₡ ha ⁻¹	4.726.939
5.- Margen bruto (3 – Costo directo)	₡ ha ⁻¹	703.061
6.- Ingreso neto (3 – 4)	₡ ha ⁻¹	253.061
7.- Costo medio (4 ÷ 2)	₡ kg ⁻¹	1.139
8.- Rentabilidad ((6 ÷ 4) x 100)	%	5
9.- Jornal total	jornal ha ⁻¹	32
10.- Rendimiento del jornal	₡ jornal	67.908
11.- Punto de equilibrio	kg ha ⁻¹	3.564

3 El jornal considerado para la zona de estudio para el año agrícola 2015 - 2016 fue de 50.000 ₡.

9.2 Anexo

Tabla 4. Costos de producción del cultivo de maíz (in extenso), año 2016 - 2017.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (₡)	TOTAL (₡)
I.- COSTOS DIRECTOS				4.276.939
A. Insumos técnicos				1.936.500
1.- Análisis de suelo	ud	1	50.000	50.000
2.- Cal agrícola	t	1	500.000	500.000
3. Herbicida (Glifosato)	l	3	22.500	67.500
4.- Semilla (Karape Pytã)	kg	20	5.000	100.000
5.- Materia orgánica (estiércol bovino) Transporte	t	5	25.000	125.000
6.- Fertilizante (Urea 45-00-00)	kg	80	3.700	296.000
7.- Fertilizante (Fosfato diamónico 18-46-00)	kg	130	3.800	494.000
8.- Fertilizante (Cloruro de potasio 00-00-60)	kg	80	3.800	304.000
B.- Insumos Físicos				2.070.000
1.- Rolado	hora	1	150.000	150.000
2.- Aplicación de materia orgánica y cal agrícola	jornal	6	60.000	360.000
3.- Aplicación de herbicida	jornal	1,5	60.000	90.000
4.- Siembra	jornal	2	60.000	120.000
5.- Fertilización química (cobertura)	jornal	2	60.000	120.000
6.- Tratamiento fitosanitario	jornal	1,5	60.000	90.000
7.- Carpida y aporque	jornal	8	60.000	480.000
8.- Cosecha	jornal	7	60.000	420.000
9.- Trilla y embolsado	jornal	4	60.000	240.000
C.- Intereses s/Costos Directos (13,5% anual)				268.245
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 (₡)				4.726.939

10. BIBLIOGRAFÍA

- AgroWin. 2011. Manual de costos de producción (en línea). 27 p. Consultado 27 jul. 2018. 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. 324 p.
- DELKALB. 2012. Guía técnica de zafriña. (en línea) Consultado 02 sep. 2017. Disponible en <http://www.monsanto.com/global/py/productos/.../guia-tecnica-zafrin-a-2012.p>.
- Derpsch, R, Florentin, M, Moriya, K. 2000. Importancia de la Siembra directa para alcanzar la sustentabilidad agrícola. Proyecto. Conservación de suelos MAG-GTZ. San Lorenzo-Py. 40 p.
- Durán, R; Scoponi, L. 2005. El gerenciamiento agropecuario en el siglo XXI. Buenos Aires, AR, Osmar D. Buyatti. 559 p.
- IICA (Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura). 1989. Compendio de agronomía tropical. San José-CR, 2v.; 693p.
- Lardizabal, R. 2012. Producción de maíz bajo el manejo integrado de cultivo (en línea). Consultado el 18 jul. 2017. disponible en: www.dicta.hn/files/Manual-Produccion-Maiz-ACCESO.pdf
- López Bellido, L. 1991. Cultivos herbáceos cereales. Mundi, Prensa. Madrid, ES. 1. 539 p.
- López, C. 2014. Efecto de dosis y fuentes de fertilizante nitrogenado sobre las características agrónomicas del maíz (*Zea mays*) en un Suelo Paleudult. Tesis Ing. Agr. Caazapá, PY Carrera Ingeniería Agronómica. FCA-UNA.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY), DEAg (Dirección de Extensión Agraria). 2010. Guía Técnica de Rubros Agropecuarios, Campaña Agrícola 2010 - 2011. Artes Gráficas DEAg. San Lorenzo, PY. 71 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2009. Costos de producción de rubros agrícolas (en línea). Asunción, PY. 27 p. Consultado 18 jun. 2018. Disponible en <http://www.mag.gov.py/dgp/Costos%20rubros%20agricolas%202009%20MAG-DGP-UEA.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY) GTZ (Cooperación Técnica Alemana, PY); MAG-KFW-GTZ (Proyecto de Manejo sostenible de Recursos Naturales). 2008. Sistema sostenibles de producción para los principales cultivos agrícolas, hortícolas, forestales y agroforestales de la Región Centro del Paraguay. Ed., AGR S.A. Asunción, PY. 352p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería; Cooperación Técnica Alemana; Proyecto de Desarrollo Rural Regional de Caazapá. 2004. Sistema de producción sostenible para los Departamentos de Caazapá y Guairá. -Asunción, PY. 154 p.
- Monsanto. 2012. Potencial productivo con sanidad y calidad de granos. (en línea) Consultado 20 jul. 2018. Disponible en <http://www.dowagro.com/py/semillas/maiz.htm>.
- Ortigoza, J. 2017. Formas y momento de asociación de abonos verdes de verano en la agricultura familiar campesina, experiencias basadas en investigaciones científicas. Proyecto Paquetes Tecnológicos. FCA UNA - JICA San Lorenzo Py. 40 p.
- Rojas, D. 2013. Efecto de forma de asociación de *Cajanus cajan* en el control de malezas y rendimiento de maíz (*Zea mays*). Tesis Ing. Agr. Caazapá, PY, UNA - FCA. 45 p.



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: 978-99967-940-4-9



9 789996 794049