



GUÍA TÉCNICA PARA EL  
MANEJO DEL CULTIVO DE

# MAIZ AMARILLO DURO EN LA SELVA



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Siempre  
con el pueblo



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024



MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
DIRECCIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO AGRARIO

GUÍA TÉCNICA PARA EL  
MANEJO DEL CULTIVO DE

**MAIZ**  
**AMARILLO**  
**DURO**  
EN LA SELVA

# Guía técnica para el manejo del cultivo de maíz amarillo duro en la Selva

## **Ministro de Desarrollo Agrario y Riego**

Andrés Rimsky Alencastre Calderón

## **Viceministro de Desarrollo de Agricultura Familiar e Infraestructura Agraria y Riego**

Hugo Fernando Obando Concha

## **Viceministro de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario**

Juan Rodo Altamirano Quispe

## **Jefe del INIA**

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.

## **© Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA**

### **Autores:**

Percy Díaz Chuquizuta

Edison Hidalgo Meléndez

Melbin Mendoza Paredes

Teofilo Wladimir Jara Calvo

### **Colaboradores:**

Melbin Mendoza Paredes

Jorge Torres Paredes

Marcos Tenazoa Grandez

Pedro Mendoza Paredes

### **Fotografía:**

Miguel Antonio Gallegos Paz

Percy Díaz Chuquizuta

### **Editado por:**

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

Equipo Técnico de Edición y Publicaciones

Av. La Molina 1981, Lima-Perú

Teléf. (511) 2402100 - 2402350

[www.gob.pe/inia](http://www.gob.pe/inia)

### **Edición general:**

Emely Elizabeth Lazo Torreblanca

### **Revisión de contenido:**

Cristina Quintana Palacios

### **Diseño y diagramación:**

Luis Enrique Calderon Paredes

### **Publicado:**

Septiembre, 2022

### **Primera Edición:**

Septiembre, 2022

### **Tiraje:**

1000 ejemplares

### **Impreso en:**

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

**RUC:** 20131365994

**Teléfono:** (51 1) 240-2100 / 240-2350

**Dirección:** Av. La Molina 1981, Lima- Perú

**Web:** [www.gob.pe/inia](http://www.gob.pe/inia)

### **ISBN:**

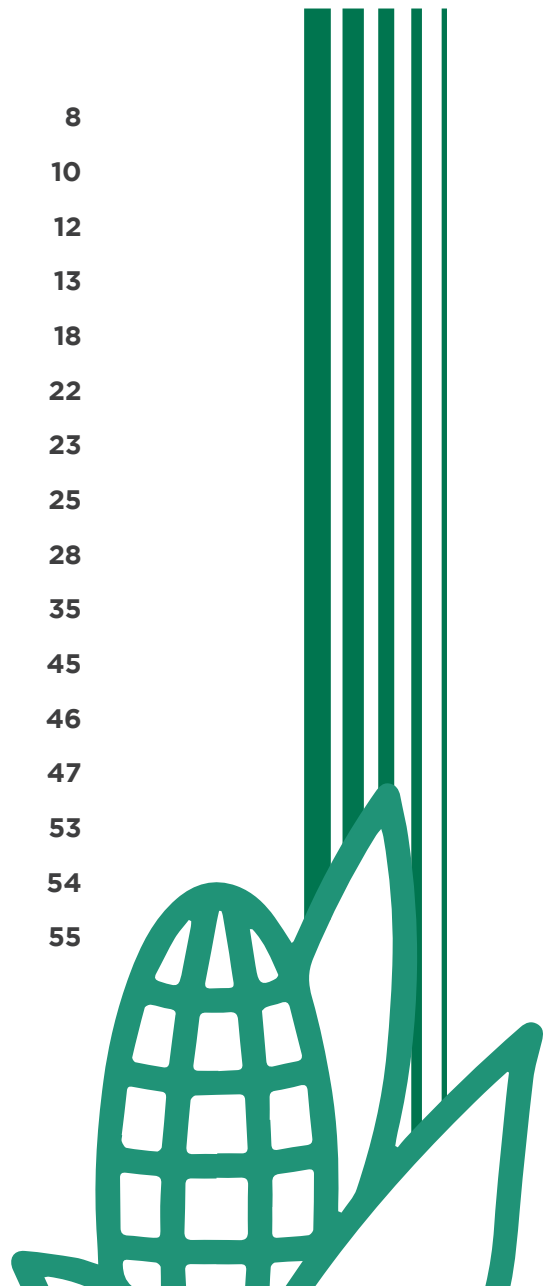
978-9972-44-098-4

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022 - 08609

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso

# Tabla de CONTENIDO

<b>Presentación</b>	<b>8</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>10</b>
<b>2. El Maíz</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Generalidades</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Fenología</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Manejo agronómico</b>	<b>22</b>
<b>2.4 Clima</b>	<b>23</b>
<b>2.5 Suelo</b>	<b>25</b>
<b>2.6 Siembra</b>	<b>28</b>
<b>2.7 Fertilización y riego</b>	<b>35</b>
<b>2.8 Control de malezas</b>	<b>45</b>
<b>3. Plagas y enfermedades</b>	<b>46</b>
<b>3.1 Plagas</b>	<b>47</b>
<b>3.2 Enfermedades</b>	<b>53</b>
<b>4. Cosecha</b>	<b>54</b>
<b>4.1 Cosecha manual</b>	<b>55</b>



# Tabla de CONTENIDO

<b>5. Manejo poscosecha</b>	<b>60</b>
<b>5.1 Secado, desgrane, clasificación y tratamiento de semilla</b>	<b>61</b>
<b>5.2 Almacenamiento</b>	<b>61</b>
<b>5.3 Comercialización</b>	<b>61</b>
<b>6. Cultivares generados en la EEA El Porvenir</b>	<b>62</b>
<b>6.1 Variedad Marginal 28T</b>	<b>63</b>
<b>6.2 Variedad INIA 602</b>	<b>64</b>
<b>6.3 Híbrido intervarietal INIA 608 - Porvenir</b>	<b>65</b>
<b>6.4 Híbrido trilineal INIA 624 - KILLU SUK</b>	<b>66</b>
<b>6.5 Variedades de polinización libre</b>	<b>67</b>
<b>6.6 Híbridos</b>	<b>71</b>
<b>7. Costos de producción y análisis económico</b>	<b>76</b>
<b>7.1 Costos de producción y análisis económico</b>	<b>77</b>
<b>8. Referencias</b>	<b>79</b>



---

# PRESENTACIÓN





El Maíz Amarillo Duro (MAD), junto al arroz y el trigo, constituye uno de los principales alimentos cultivados en el mundo, destinado a la alimentación humana y animal.

En el Perú se cultiva en la costa y en la selva, específicamente en los departamentos de Lambayeque, La Libertad, Áncash, Lima y San Martín. Estos departamentos representan el 55% del área cultivada a nivel nacional, siendo la zona de Lima (Cañete, Chancay, Huacho y Barranca) la que ocupa el primer lugar con el 20 % de la producción total y la región La Libertad con el 15 %.

En la actualidad los agricultores de la selva peruana utilizan diferentes tecnologías para el manejo agronómico del cultivo de maíz amarillo duro; sin embargo, algunas de estas tecnologías no son apropiadas para las diferentes zonas maiceras (San Martín, Loreto, Ucayali, Amazonas, Madre de Dios), conllevando a bajos rendimientos y altos costos de producción; además de disminuir su calidad y valor alimenticio.

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), pone a disposición de los productores agrarios, técnicos, profesionales e investigadores la **“Guía técnica para el manejo del cultivo de maíz amarillo duro en la selva”**, con la finalidad de motivar y orientar su cultivo en las regiones amazónicas, con información relevante sobre métodos y procedimientos para el manejo agronómico de este importante cultivo.

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.  
**Jefe del INIA**



1

# INTRODUCCIÓN



La producción nacional de maíz amarillo duro durante el año 2021 fue de 1,277,609 t, registrando un rendimiento de 5.10 t/ha. En la costa se ha producido un total de 784,863 t (61.43 %) con una productividad de 7.40 t/ha y en la selva un total de 492,746 t (38.57 %) con rendimiento de 2.88 t/ha, llegando a alcanzar un precio de S/. 1.35 soles el kg (MIDAGRI, 2022; AGRODATAPERU, 2022). La demanda nacional por maíz amarillo duro en el año 2021 ascendió a 4,926,811 t, gran parte de esta ha sido cubierta con la importación de 3,649,202 t (74%) y el 26% con producción nacional (MIDAGRI, 2021). En la región San Martín las áreas sembradas por 24,405 productores entre agosto del 2021 y marzo del 2022 fue de 50,119 ha, cosechándose un total 44,949 ha, con una producción de 1,449,342.72 t (2.82 t/ha); siendo comercializado a precio de chacra por un valor de S/. 1.3 /kg. (MIDAGRI, 2022).

En la Región San Martín, el maíz amarillo duro es el tercer cultivo de mayor importancia económica después del arroz y el cacao, generando mano de obra directa en al menos 360,000 jornales.

El 90 % de la siembra de maíz es bajo la modalidad de secano, establecido sobre terrenos planos o laderas intermedias. El paquete tecnológico que se viene adoptando sobre estos ecosistemas productivos involucra el escaso uso de semilla certificada, limitado uso de fertilizantes e insuficiente control de plagas y enfermedades, hecho que ocasiona una baja productividad. Sin embargo, las condiciones de trópico ofrece ventajas comparativas como suelos aptos, condiciones climáticas favorables, variedades mejoradas, recurso humano capacitado, entre otras; las cuales contribuyen a lograr competitividad.

Actualmente, el INIA dispone de tecnologías y semillas mejoradas de variedades e híbridos altamente productivos y adaptados a condiciones de selva, los cuales permiten afrontar la demanda del mercado del maíz y contribuyen al abastecimiento de la industria avícola, porcícola y ganadera.



2

# EL MAÍZ





## 2.1 Generalidades

La clasificación taxonómica del maíz, es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Subclase	: Commelinidae
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Subfamilia	: Panicoideae
Tribu	: Andropogoneae
Género	: <i>Zea</i>
Especie	: <i>Zea mays</i> L.

Es una planta anual monocotiledónea de gran desarrollo vegetativo y rápido crecimiento, llegando a alcanzar los 300 a 400 cm de altura para las variedades locales (Tusilla), mientras que para cultivares mejorados la altura promedio está en los 200 a 220 cm (Marginal 28T, INIA 602, híbrido intervartietal INIA 608 - Allimasara, híbrido Trilineal INIA 624 – Killu Suk).



**Figura 1.** Híbrido trilineal INIA 624 – Killu Suk.



El maíz presenta dos tipos de raíces, las seminales y las adventicias; siendo las primeras fasciculadas y encargadas de alimentar a la planta y, las segundas, de brindar soporte y anclaje (Figura 2).



**Figura 2.** Raíces adventicias de INIA 624 – Killu Suk (A) y raíces adventicias de Marginal 28T (B).



El tallo está formado por nudos y entrenudos, cuya longitud y número varía; siendo los inferiores más cortos para facilitar que las raíces de anclaje lleguen hasta el suelo. Las hojas nacen de yemas ubicadas en los nudos, dispuestas de forma alterna (Figura 3).



**Figura 3.** Tallos, nudos y disposición de hojas de maíz, var. Marginal 28T



Las hojas están formadas por la vaina, el cuello y la lámina. El largo y ancho varía de acuerdo con el cultivar; la nervadura central es desarrollada, prominente en el envés y cóncava en el haz.

El maíz es una planta monoica, debido a que una misma planta posee flores masculinas y femeninas separadas; la flor masculina se ubica en la parte superior del tallo y tiene forma de panícula, mientras que la flor femenina se ubica en la mitad de la planta y está compuesta de numerosos estilos o estigmas que sobresalen del jilote (futura mazorca), cubierto por hojas modificadas o brácteas (Figura 4).



**Figura 4.** Flor hembra (Jilote) - var. Marginal 28T (A) y flor masculina (Espiga) - var. Marginal 28T (B)

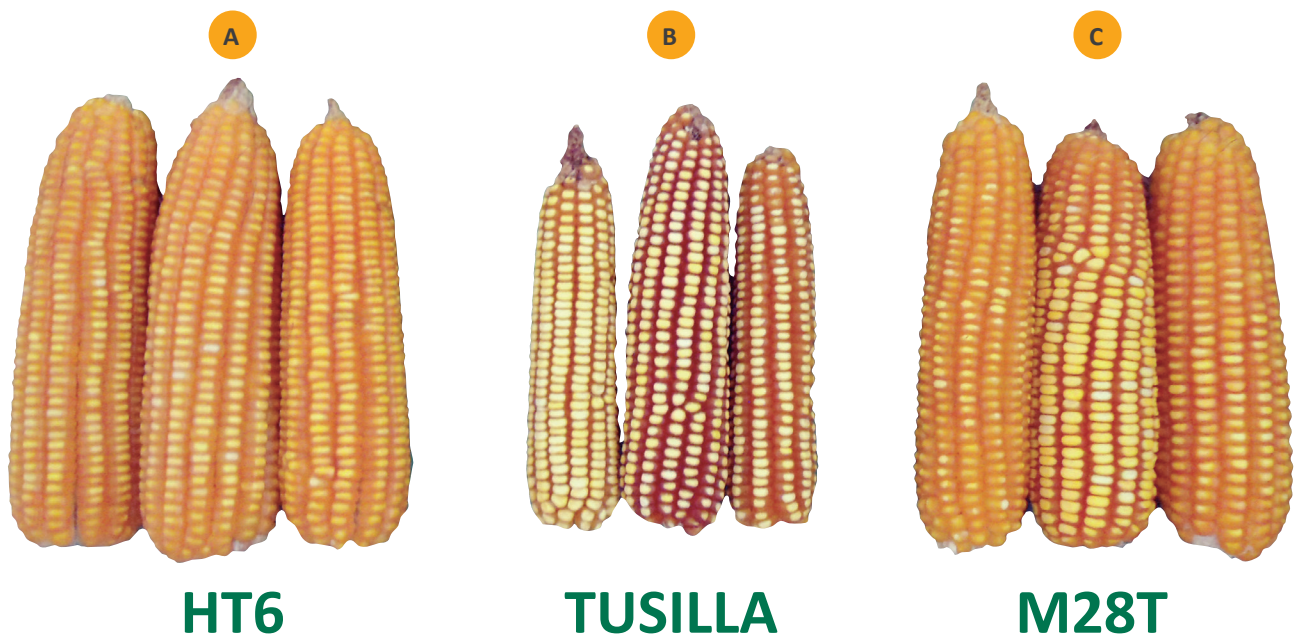




La planta es alógama, de polinización cruzada; las flores femeninas son fecundadas por el polen de otras plantas que haya sido siseminado por el viento.

Según el número de hileras la mazorca puede contener entre 200 a 600 granos. Se ha registrado variedades entre 8 hileras (Tusilla) a 16 hileras (INIA 624 – Killu Suk) y el número de granos por hilera está asociado a la longitud de la mazorca; la disposición de los granos en las hileras puede ser recta, irregular o espiral. La mayoría de los cultivares locales tienen mazorca con tusa blanca a excepción de la variedad local Tusilla que tiene tusa de color rojo.

El peso de 100 granos está entre los 19 a 34 g. La textura del grano depende del cultivar y varía de cristalino a semicristalino (INIA 624 – Killu Suk), así como semidentado (Variedad Marginal 28T) a dentado (Tusilla). El color del grano va de amarillo (INIA 602), naranja (INIA 624 – Killu Suk), amarillo - naranja (Marginal 28T) y rojo (Tusilla) (Figura 5).



**Figura 5.** A) Mazorca INIA 624 – Killu Suk (N/C); B) Mazorca de Tusilla (R/D); C) Mazorca de Marginal 28 T (AN/SD).

N: Naranja; R: Rojizo; AN: Amarillo Naranja; C: Cristalino; SD: Semi Dentado; D: Dentado.



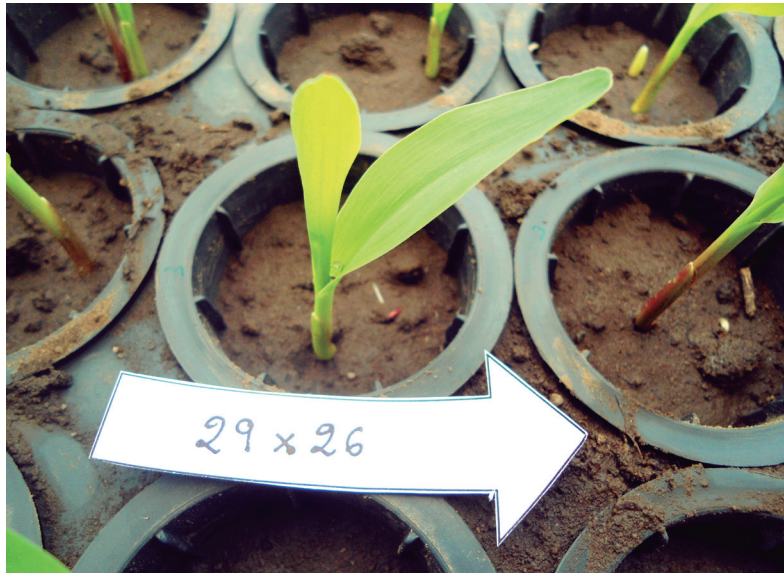
## 2.2 Fenología

El maíz tiene una secuencia ordenada y precisa de eventos fisiológicos que ocurren durante el crecimiento y desarrollo que va desde la germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación, maduración y muerte de la planta. Comprende dos etapas: vegetativa y reproductiva.

Para la denominación de cada una de la secuencia de crecimiento y desarrollo, se utiliza la descripción de la Universidad de Iowa (*Iowa State University of Science and Technology*); donde se delimita subdivisiones de la etapa vegetativa con la letra “V” y subdivisiones de la etapa reproductiva con letra “R” (Tabla 1).

Etapas vegetativas		Etapas reproductivas	
VE	Emergencia	R1	Aparición de estigmas
V1	Primera hoja (punta redondeada)	R2	Grano ampolla
V2	Segunda hoja	R3	Grano lechoso
V3	Tercera hoja	R4	Grano pastoso
V(n)	Enésima hoja	R5	Grano dentado
VT	Aparición de las panojas	R6	Grano maduro

**Tabla 1.** Etapas vegetativas y reproductivas del maíz



**Figura 6.** Plántula de maíz con hoja cotiledonal. Etapa V1



**Figura 7.** Plantas de maíz en etapa V4 a V5



**Figura 8.** Plantas de maíz en etapa V11 a V12



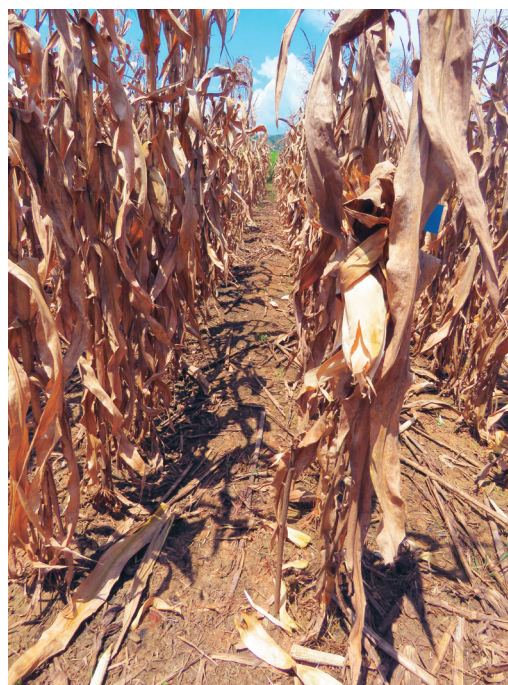
**Figura 9.** Plantas de maíz en etapa V14 a VT



**Figura 10.** Planta de maíz en etapa R1



**Figura 11.** Planta de Maíz en etapa R4



**Figura 12.** Planta de maíz en etapa R6

3

# MANEJO AGRONÓMICO





## 3.1 Clima

El maíz expresa su potencial fisiológico en ecosistemas cálidos, debido a que posee una menor tasa de respiración en la presencia de luz, lo que hace eficiente su proceso fotosintético (INIA, 2020); para la germinación, la temperatura no debe ser menor a 10 °C, siendo la óptima entre los 18 a 20 °C. Para el crecimiento, la temperatura mínima debe ser 15 °C y la máxima hasta los 40 °C, siendo ideal entre los 20 a 30 °C. La floración requiere de días soleados, con temperaturas entre los 20 a 30 °C. El periodo crítico es durante y después de la floración (Sánchez et. al, 2000).

Cuando existe estrés hídrico o sequía durante los 15 a 30 días de establecido el cultivo, puede reportarse pérdida de plantas jóvenes o limitar su crecimiento, afectando de forma directa al rendimiento. Asimismo, dos semanas antes de la floración y después de la emisión de estigmas, el maíz es muy sensible al estrés hídrico, ya que el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante este período.



**Figura 13.** Maíz cultivado en pendiente (Shatoja, El Dorado, San Martín).



**Figura 14.** Planta de maíz bajo estrés hídrico





## 3.2 Suelo

El 90 % del área sembrada en la región San Martín se realiza en suelos de ladera y sólo el 10 % en terrenos planos con suelos fértiles, con pH  $\approx$  7, textura franco-arcillosa, de fácil mecanizado con posibilidad a tecnología de riego. Además, el maíz es un cultivo semi tolerante a la salinidad en un rango de 4 a 8 mmhos/cm<sup>2</sup>.

Provincia	Centro Poblado	Altitud (m s.n.m)	Tipo de suelo	pH	INIA 624 Killu Suk (t.ha <sup>-1</sup> )	Marginal 28T (t.ha <sup>-1</sup> )	Tusilla (t.ha <sup>-1</sup> )
El Dorado	Santa Rosa	275	Franco arcilloso	7.2	<b>7.55</b>	5.83	2.10
Bellavista	Consuelo	271	Franco arenoso	6.8	<b>7.35</b>	4.56	3.18
San Martín	Juan Guerra	205	Arcilloso	6.8	<b>6.78</b>	5.38	3.50
Picota	Tingo de Ponasa	258	Arcilloso	7.6	<b>5.44</b>	4.38	2.78

**Tabla 2.** Rendimiento de maíz en cuatro provincias productoras de la región San Martín

### 3.2.1 Preparación del suelo

En la región amazónica, se recomienda los siguientes métodos de preparación del suelo:

**3.2.1.1 Sistema de Labranza Mínima:** consiste en incorporar al suelo de forma manual los rastrojos de cosecha y maleza; luego de un tiempo, a la aparición de malezas, se recomienda aplicar un herbicida a base de glifosato y, posterior a ello, realizar la siembra. Esta práctica permitirá mantener y conservar la fertilidad del suelo, así como la humedad para el óptimo desarrollo de las plantas de maíz (Figura 15).



**Figura 15.** Campo preparado para siembra en sistema de labranza mínima

**3.2.1.2 Sistema de Labranza Semi-mecanizada:** este sistema inicia con el arado, a fin de voltear el suelo y proporcionar una buena aireación; luego, se pasa la rastra a razón de 3 horas/ha y se forman los surcos en un lapso de 2 horas/ha (Figura 16).



**Figura 16:** Campo preparado para siembra en sistema de labranza semi - mecanizada



### 3.2.2 Muestreo de suelo

El análisis del suelo es muy importante para conocer el contenido nutricional de este, y a partir de ello planificar un adecuado plan de fertilización para el cultivo de maíz.

Para obtener buenos resultados se debe hacer un correcto muestreo, el cual consiste en recorrer el campo en forma de zig-zag o tresbolillo - dependiendo de la forma del terreno, donde a cada 15 o 30 pasos se obtiene una submuestra. El procedimiento de muestreo consiste en limpiar la superficie del suelo, luego con un tubo de muestreo tipo "T" o una palana recta se extraen las submuestras, en caso de utilizar palana recta se abre el suelo en forma de "V" a una profundidad de 20 a 30 cm (Figura 17). Las submuestras se depositan en una manta de 20 a 30 submuestras por hectárea. Finalmente, las muestras se mezclan homogéneamente y por subdivisión consecutiva se obtiene 1 kg de suelo, el mismo que es enviado al laboratorio.

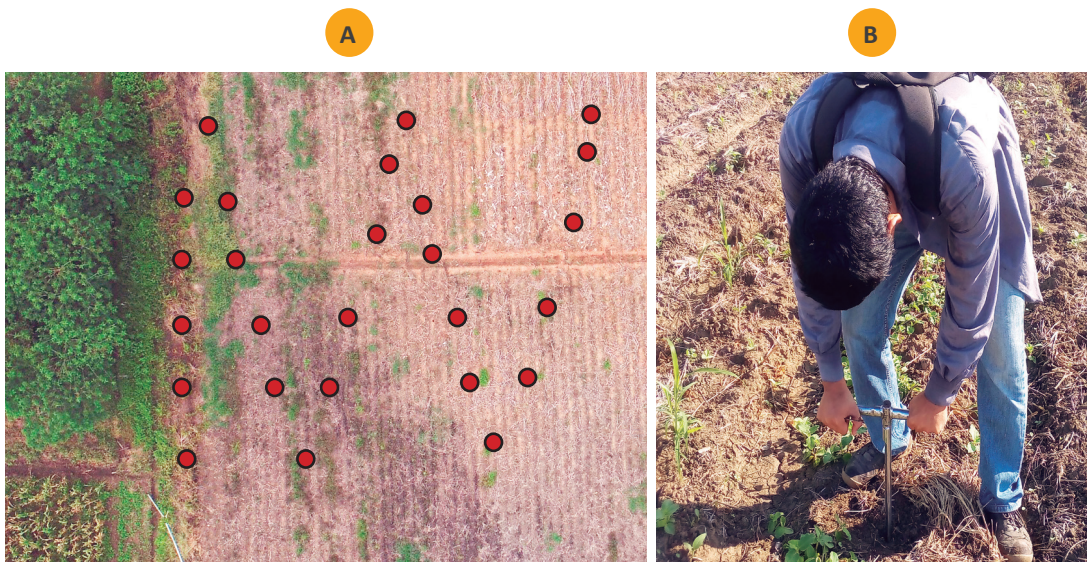


Figura 17. Muestreo de suelo en zigzag (A) y extracción de sub muestras (B).



## 3.3 Siembra

### 3.3.1 Manual

Es el método de siembra más practicado por los productores de maíz. Estando el terreno limpio y surcado, se procede a la siembra con tacarpo, depositando las semillas en cada hoyo; se utilizan de 20 a 25 kg de semilla por hectárea, distribuyendo 3 semillas/golpe en variedades (Figura 18) y 2 semillas/golpe en híbridos; la profundidad de siembra debe considerarse entre los 3 a 5 cm en suelos arcillosos y de 5 a 7 cm en suelos arenosos, a mayor profundidad de siembra, la semilla pierde energía vital en tratar de emerger del suelo y a menor profundidad está expuesta a los agentes externos bióticos y abióticos. El desahije se efectúa de preferencia antes del primer abonamiento, en terrenos ligeramente húmedos para evitar el debilitamiento y marchitamiento de plantas.

### 3.3.2 Mecanizada

La siembra mecanizada implica el uso de una sembradora mecánica; para el caso de semillas híbridas, primero se calibra la densidad y la profundidad de siembra, luego el ancho de la hilera y finalmente la distancia entre semillas. La sembradora, por lo general distribuye 1 semilla/golpe y a los costados permite incorporar fertilizantes, por lo que no es necesario realizar el desahije.

### 3.3.3 Semilla

La semilla debe ser de preferencia de clase certificada, de tamaño uniforme a fin de que la germinación y la emergencia de plántulas sean homogéneas, es decir, todas las plántulas presenten el mismo vigor y tamaño. A fin de evitar el ataque de hongos o insectos plaga (gorgojos y polillas) en almacén, se debe aplicar a las semillas productos químicos como fungicidas e insecticidas, de igual forma para el control de gusanos del suelo durante la germinación y emergencia de plántulas.

### 3.3.4 Densidad de siembra

En la región amazónica, para la producción de grano en variedades e híbridos la densidad de siembra más utilizada es de 62,500 plantas/ha (Figura 19), mientras que para híbridos destinados a la producción de grano y de biomasa para forraje, la densidad óptima es de 83,333 plantas/ha (Tabla 3).



**Figura 18.** Siembra de tres semillas por hoyo.



**Figura 19.** Población de 62,500 plantas/ha.

Densidad de siembra
62,500 plantas/ha (0.80 X 0.20) 1 planta
62,500 plantas/ha (0.80 X 0.40) 2 plantas
83,333 plantas/ha (0.80 X 0.30) 2 plantas
83,333 plantas/ha (0.80 X 0.15) 1 planta

**Tabla 3.** Número de plantas por densidad de siembra para el híbrido de maíz INIA 624 – Killu Suk.

### 3.3.4.1 Experiencias

En base a los trabajos de investigación en maíz desarrollados por la Estación Experimental Agraria El Porvenir, se tiene conocimiento que la eficiencia en la siembra es uno de los puntos críticos y más importantes para asegurar un buen rendimiento del cultivo; involucra, además la calidad de la semilla y los distanciamientos de siembra para tener la cantidad de plantas deseadas, y se complementa con una nutrición balanceada, disponibilidad de agua, sanidad y un ambiente adecuado.

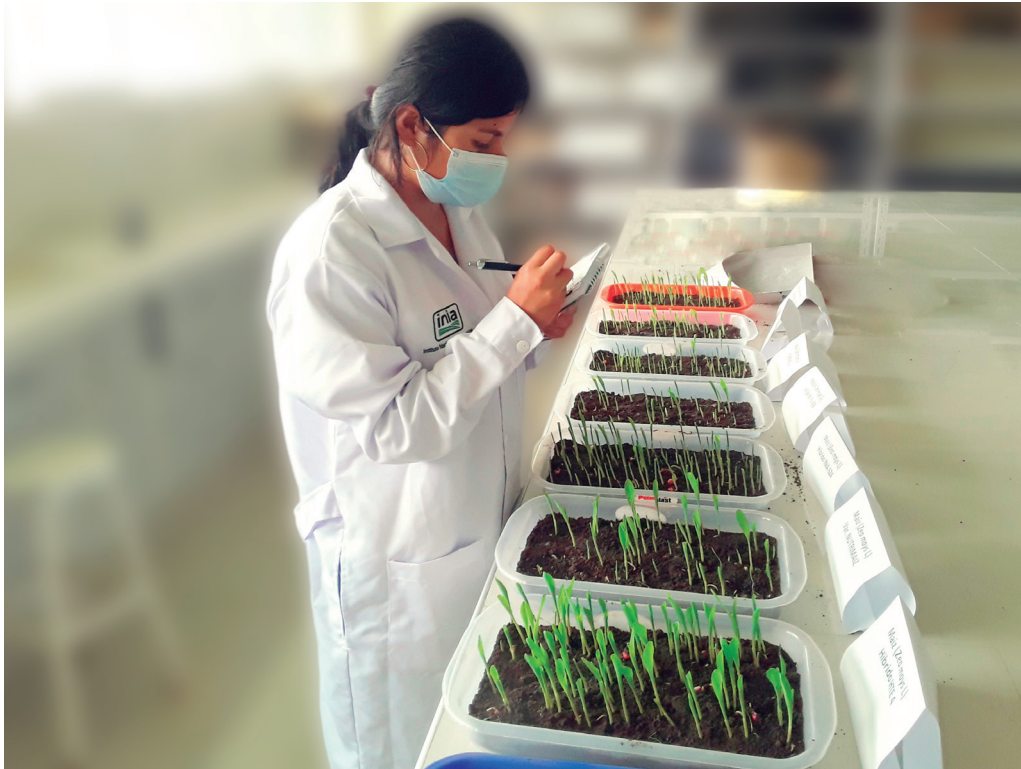
Es así que se recomienda tener en cuenta los siguientes factores, antes y durante la siembra de maíz:

- Selección de mazorcas para semilla: técnica muy utilizada por los agricultores como estrategia para mejorar los lotes de cultivo cada año (Figura 20).
- Selección de mazorcas de mejor calidad: mayor número de hileras de granos por mazorca. El tamaño de semillas debe ser uniforme.
- Prueba de porcentaje de germinación antes del establecimiento a nivel de campo: seleccionar 100 semillas al azar, sembrar en un pequeño almácigo y regar; a partir de los cinco días evaluar la emergencia —se espera un 90% de poder germinativo (Figura 21).
- Siembra a una misma profundidad, para que la emergencia sea lo más uniforme posible. La profundidad ideal de siembra es de 3 a 5 cm.
- Buen contacto entre el suelo y la semilla: se recomienda evitar la siembra en suelos muy secos o de excesiva humedad.
- Control de insectos plaga y enfermedades del suelo que puedan atacar a la semilla durante la germinación y a las plántulas recién emergidas. Las malezas deben ser removidas para que no compitan por espacio, luz, agua y nutrientes.



**Figura 20.** Selección de mazorcas para semilla.

- Si se utiliza semilla certificada o de buena calidad, en un suelo adecuadamente preparado, se asegura una buena emergencia, buen desarrollo vegetativo y buen rendimiento del cultivo, evitando la resiembra y el raleo.



**Figura 21.** Prueba de germinación.





### 3.3.5 Época de siembra

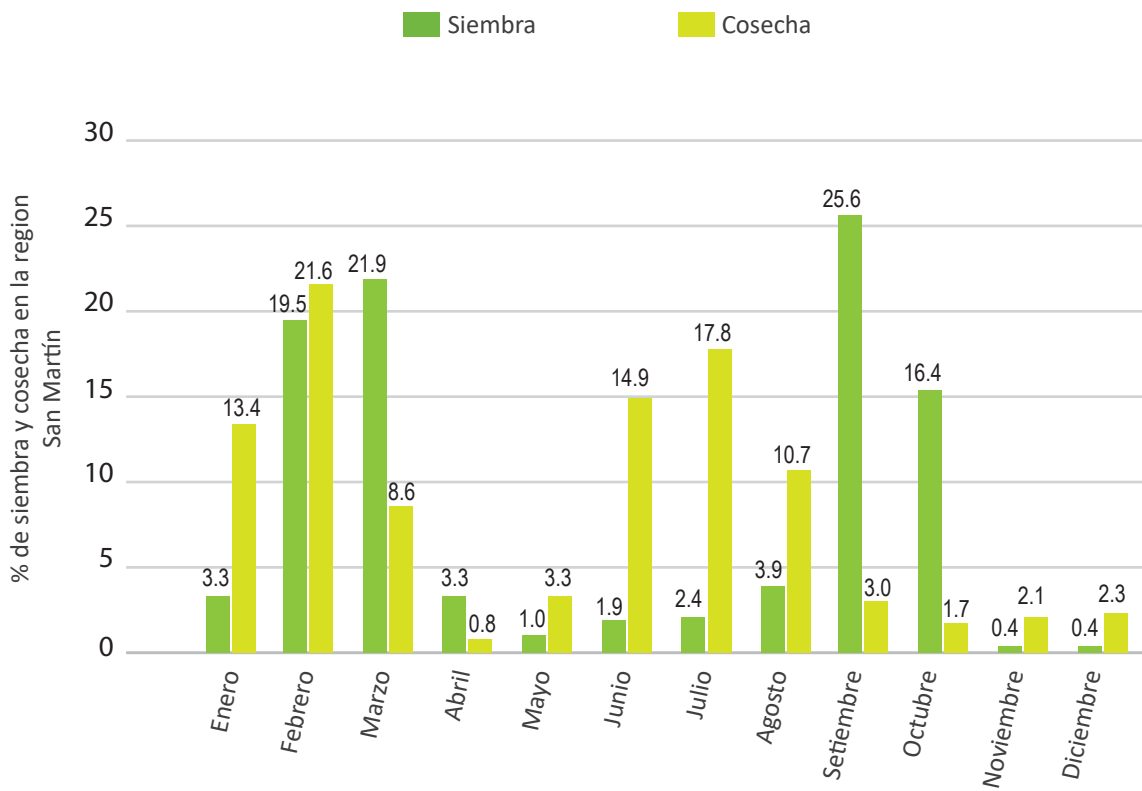
En la región San Martín existen alrededor de 50,930 ha sembradas con maíz amarillo duro, siendo Bellavista la provincia con mayor extensión de siembra (35.1 % del área sembrada), seguido de Picota con el 30.4 % y El Dorado con el 22.7 % ; el promedio de rendimiento regional asciende a 2.1 t/ha. (MINAGRI, 2019).

Cada provincia tiene su propia época de siembra, lo que hace diversa la producción durante cada campaña; mientras que en una provincia inicia la campaña grande en otra inicia la campaña chica, tal como se muestra en la Tabla 4.

PROVINCIA	ÉPOCA DE SIEMBRA	
	Campaña Grande	Campaña Chica
San Martín	Enero a Marzo	Agosto a Setiembre
Moyobamba	Agosto a Setiembre	Enero a Marzo
Rioja	Agosto a Setiembre	Enero a Marzo
Lamas	Enero a Marzo	Agosto a Setiembre
Picota	Enero a Marzo	Agosto a Setiembre
Bellavista	Enero a Marzo	Agosto a Setiembre
El Dorado	Agosto a Setiembre	Enero a Marzo
Mariscal Cáceres	Agosto a Setiembre	Enero a Marzo
Huallaga	Agosto a Setiembre	Enero a Marzo
Tocache	Agosto a Setiembre	Enero a Marzo

**Tabla 4.** Época de siembra de maíz amarillo duro en San Martín.

*Nota:* Adaptado de Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín. Fuente: Hidalgo (2013)



**Gráfico 1.** Calendario de siembra de MAD en San Martín.

WNota: Adaptado de Observatorio de commodities: Maíz amarillo duro. Fuente: MINAGRI (2019)



## 3.4 Fertilización y riego

### 3.4.1 Necesidades nutricionales

- **Nitrógeno:** promueve el crecimiento vegetativo, aumenta el rendimiento y la calidad del grano, mejora la formación y desarrollo de la mazorca. Su deficiencia está influenciada por suelos de pH elevado o bajo, suelos arenosos o poco densos, bajo contenido de materia orgánica, condiciones de sequía, altas precipitaciones (lixiviación) o fuerte irrigación, adición o altos niveles de materia orgánica (gallinaza, vacaza, paja, podas, etc.) o estiércol no descompuesto. Los síntomas que evidencian deficiencia de nitrógeno son: plantas con coloración verde pálido-amarillento en las hojas más desarrolladas ubicadas en la parte baja de la planta, el amarillamiento inicia en la nervadura central hasta la punta de la hoja en forma de V.
- **Fósforo:** mejora el establecimiento del cultivo, con un buen desarrollo inicial de la planta, llenado uniforme del grano e incremento de la productividad; además adelanta la fecha de cosecha. La deficiencia de fósforo empeora en suelos ácidos o muy alcalinos (calcáreos), con bajo contenido de materia orgánica, condiciones de temperaturas frías o humedad y alto contenido de hierro en el suelo; los síntomas que evidencian deficiencia de fósforo son: plantas pequeñas con hojas verde oscuras, los bordes, nervaduras y peciolo de las hojas presentan tonos púrpura que se expanden en la hoja, expresándose en las hojas más viejas.
- **Potasio:** es importante para obtener follaje sano y verde, con mejor crecimiento de raíces y aumento del rendimiento. La deficiencia de potasio es más propensa en suelos de pH bajo (suelos ácidos), suelos arenosos o poco densos, condiciones de sequía, altas precipitaciones (lixiviación) o fuerte irrigación, suelos altamente arcillosos y de alto contenido de magnesio; los síntomas que evidencian deficiencia de potasio son: las mazorcas se estrechan y terminan en punta, la parte superior tiene pocos granos llenos y mazorcas deformadas.
- **Magnesio:** influye en el buen desarrollo inicial de la planta, aumenta el rendimiento y adelanta la fecha de cosecha. Su carencia se hace notoria en suelos arenosos, suelos de pH bajo (suelos ácidos), suelos con altos niveles de potasio y en períodos de frío y humedad; los síntomas que evidencian mayor deficiencia de magnesio se presentan en hojas con tonos rojizos - violáceos y con lesiones veteadas internervales, mientras que las menos afectadas muestran clorosis internerval.



- **Calcio:** contribuye a obtener un follaje sano, aumenta el rendimiento y mejora la calidad de la producción. Su deficiencia es más propensa en suelos de pH bajo (suelos ácidos), suelos arenosos o poco densos, con turba ácida y contenidos elevados de sodio o aluminio; los síntomas que evidencian deficiencia de calcio inician en hojas jóvenes, mostrando en las puntas manchas en bandas verdes a blanquecinas (a menudo se curvan).
- **Azufre:** es importante para mantener el color verde y saludable de la planta y mejorar el uso del nitrógeno. Su deficiencia empeora en suelos ácidos, arenosos, con bajo contenido de materia orgánica, suelos poco aireados y anegados; los síntomas que evidencian deficiencia de azufre son: crecimiento reducido con clorosis internerval en las hojas jóvenes.
- **Boro:** mejora el crecimiento de la mazorca, el desarrollo del cultivo y aumenta la producción. Su carencia se da en suelos arenosos, alcalinos, de baja materia orgánica, con altos niveles de nitrógeno y calcio, temperaturas frías, húmedas y condiciones de sequía; los síntomas que evidencian deficiencia de azufre son: manchas amarillas o blancas en las hojas con relieve pardo cerosas, el crecimiento se detiene y muestra entrenudos acortados.
- **Cobre:** contribuye con el buen desarrollo de la mazorca, adelanta la cosecha, aumenta la fertilidad y el rendimiento. Su carencia tiene lugar en suelos con alto contenido de materia orgánica, calcáreos, arenosos, regenerados y con exceso de aplicaciones de nitrógeno; los síntomas que evidencian deficiencia de cobre son: hojas nuevas con decoloración internerval amarillenta —principalmente en la base.
- **Hierro:** mantiene el color verde y la sanidad del follaje, aumenta el rendimiento y la calidad del grano. Su carencia se da en suelos de pH bajo (suelos ácidos), suelos anegados, calcáreos, con alto nivel de cobre, manganeso o zinc. La deficiencia de hierro provoca que las plantas jóvenes sufran retraso en el crecimiento y ante una deficiencia severa, se desarrollan zonas necróticas en los márgenes y puntas de las hojas.
- **Manganeso:** influye en la coloración verde del área foliar y promueve el crecimiento sano de las plantas. Su deficiencia se incrementa en suelos orgánicos, arenosos, de pH elevado (suelos alcalinos), con exceso de aireación y en zonas frías y con alta humedad; las plantas gravemente afectadas, muestran hojas cloróticas con lesiones internervales blancas y crecimiento débil.
- **Zinc:** importante para la floración y el desarrollo inicial de la planta, incrementa la productividad y adelanta la cosecha. Su deficiencia aumenta en suelos orgánicos con pH alto (suelos alcalinos), niveles altos de fósforo y en condiciones de temperaturas frías o humedad; la hoja presenta clorosis en paralelo a la nervadura principal (empezando de la base de la hoja).



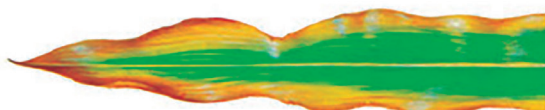
### Hoja normal

Las hojas sanas resplandecen con un magnífico color verde oscuro cuando están adecuadamente nutridas.



### Fósforo

La carencia de fósforo colorea las hojas con un tono rojizo púrpura particularmente en las plantas jóvenes.



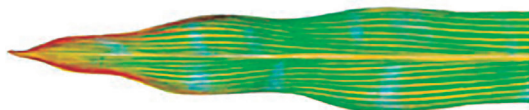
### Potasio

La diferencia de potasio aparece como una quemadura o resecaamiento a lo largo de las puntas y extremos de las hojas más bajas.



### Nitrógeno

El amarilleo que comienza en la punta y se extiende a lo largo de la parte media de la hoja es signo de falta de nitrógeno.



### Magnesio

La deficiencia del magnesio ocasiona bandas blancuzcas a lo largo de los nervios, y a menudo, un color purpúreo en el envés de las hojas más bajas.



### Falta de agua

La sequía provoca en el maíz un color verde-grisáceo y las hojas se enrollan, casi como el grosor de un lápiz.



### *Helminthosporium*

Los daños ocasionados por *helminthosporium*, comienzan por pequeñas manchas que se extienden gradualmente a lo ancho de la hoja.



### Productos químicos

Los productos químicos, algunas veces pueden quemar las puntas, bordes y otras partes de las hojas. El tejido en las zonas muertas adquiere un color blancuzco.



**Mazorca normal**

Es propia de un maíz bien fertilizado, de alta producción.

**Grandes mazorcas**

Las mazorcas de tamaño excesivo indican que la población de la planta era demasiado pequeña para la obtención de altas producciones.

**Mazorcas pequeñas**

Generalmente son índice de baja fertilidad.

**Potasio**

La carencia de potasio se observa en las mazorcas por las puntas escasamente rellenas y granos desprendidos, de escasa consistencia.

**Fósforo**

La carencia de fósforo perjudica la polinización. Las mazorcas son pequeñas, a menudo retorcidas y con granos poco desarrollados.

**Nitrógeno**

Es esencial durante la etapa de crecimiento. Si la planta carece de este elemento en un periodo crítico, las mazorcas son pequeñas y el contenido de proteínas bajo, además los granos de las puntas no se rellenan.

**Sedas verdes**

En la maduración pueden estar ocasionadas por excesivo nitrógeno en relación a otros elementos.

**Falta de agua**

Retrasa la aparición de las sedas después de la inflorescencia. Los granos no se desarrollan adecuadamente.

**Figura 22.** Guía sintomatológica de carencias nutritivas.

Fuente: Maynard Reece, International Plant Nutrition Institute, <http://nla.ipni.net>



### 3.4.2 Fertilización

El rendimiento del maíz ha disminuido por la pérdida de fertilidad de los suelos, uso de variedades de baja productividad y prácticas culturales que degradan el suelo y contaminan el ambiente. El maíz es una planta exigente en nutrientes, cuya extracción unitaria ha sido reportada en 27.3 kg de N, 5.9 kg de P y 29.1 kg de K por tonelada de grano (Vásquez et. al, 2014).

Macronutrientes	Requerimiento (kg/t)	Índice de cosecha	Extracción (kg/t)
Nitrógeno	22.00	0.66	14.50
Fósforo	4.00	0.75	3.00
Potasio	19.00	0.21	4.00
Calcio	3.00	0.07	0.20
Magnesio	3.00	0.28	0.80
Azufre	4.00	0.45	1.80
Micronutrientes	Requerimiento (g/t)	índice de cosecha	Extracción (g/t)
Boro	20.00	0.25	5.00
Cloro	444.00	0.06	27.00
Cobre	13.00	0.29	4.00
Hierro	125.00	0.36	45.00
Manganeso	189.00	0.17	32.00
Molibdeno	1.00	0.63	1.00
Zinc	53.00	0.50	27.00

**Tabla 5.** Requerimiento y extracción de nutrientes para producir una tonelada de grano de maíz.

Fuente: <http://www.ipni.net/lasc>



NIVELES (kg.)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Alto	150	100	80
	180	120	80
Medio	100	80	60
	120	80	60
Bajo	90	45	30

**Tabla 6.** Dosis de fertilización para maíz en selva.

*Nota:* Adaptado de Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín.

Fuente: Hidalgo (2013)

Por ejemplo, para el nivel medio de 120-80-60 kg de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O/ha se requiere:

- 120 kg de N = 5 sacos de urea;
- 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 3 sacos de superfosfato triple de calcio,
- 60 kg de K<sub>2</sub>O = 2 sacos de cloruro de Potasio.
- Fuente de Nitrógeno (N) = Urea.
- Fuente de Fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) = Superfosfato triple de calcio.
- Fuente de Potasio (K<sub>2</sub>O) = Cloruro de potasio.

Actualmente la tendencia en fertilización viene cambiando en el manejo de cultivo de maíz, debido a las etapas fenológicas que están siendo influenciadas por el clima; acortándose en zonas tropicales y alargándose en zonas templadas, por lo que se sugiere tener en cuenta que la fertilización nitrogenada en el maíz se debe realizar en forma fraccionada para lograr una mayor disponibilidad de los nutrientes en los periodos críticos.

La primera fertilización se debe realizar entre las etapas V2 y V4 (de 2 a 4 hojas extendidas), empleando de 30 a 40 % de nitrógeno y toda la dosis de fósforo y potasio, aplicándose la mezcla de 5 a 10 cm de distancia al tallo; la segunda fertilización se debe realizar entre las etapas V6 a V8 (de 6 a 8 hojas extendidas), utilizando la segunda mitad (70 a 60% restante del nitrógeno) aplicándola a 10 cm de la planta (figura 23).





Figura 23. Fertilización de maíz en V2 a V4.

#### 3.4.2.1 Experiencias

Uso de bioabonos en el cultivo de maíz: se evaluó el efecto de la aplicación de diferentes dosis de bioabono obtenido a partir de un biodigestor en el comportamiento agronómico y los rendimientos del cultivo de maíz amarillo duro en la Estación Experimental Agraria El Porvenir. El maíz amarillo duro respondió positivamente a la aplicación de abono líquido bovino vía suelo y foliar, siendo que el mayor rendimiento de grano y rentabilidad se alcanzó con la aplicación de abono líquido bovino a una concentración de 60 % vía foliar.



Tratamientos (Concentración)	Cantidad de abono (L)	Cantidad de agua (L)	Modo de aplicación
20%	48	192	Foliar
40%	96	144	Foliar
60%	144	96	Foliar
80%	192	48	Foliar
100%	240	0	Foliar
100%	240	0	Al suelo
Testigo	-	240	Foliar

**Tabla 7.** Concentraciones de bioabono calculadas por hectárea.

Tratamientos	Kg/Ha	Costo x kg S/.	Valor bruto (B) S/.	Costo Total Prod (C) S/.	Utilidad U=B-C S/.	Reñac. B/C	Rentabilidad %
<b>Biol 20% (Foliar)</b>	4,580.00	1.00	4,580.00	3,636.15	943.85	1.26	25.96
<b>Biol 40% (Foliar)</b>	4,750.00	1.00	4,750.00	3,686.55	1,063.45	1.29	28.85
<b>Biol 60% (Foliar)</b>	5,240.00	1.00	5,240.00	3,736.95	1,503.05	1.40	40.22
<b>Biol 80% (Foliar)</b>	4,770.00	1.00	4,770.00	3,787.35	982.65	1.26	25.95
<b>Biol 100% (Foliar)</b>	4,450.00	1.00	4,450.00	3,837.75	612.25	1.16	15.95
Testigo(A-gua)	3,540.00	1.00	3,540.00	3,560.25	-20.25	0.99	-0.57
<b>Biol 100% (suelo)</b>	4,280.00	1.00	4,280.00	3,837.75	442.25	1.12	11.52

**Tabla 8.** Respuesta de biol en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de maíz amarillo duro.



Estudio comparativo de bioabono con productos orgánicos y fertilización comercial: como se puede observar en el resumen del análisis económico (Tabla 7), todos los tratamientos a los cuales se les aplicó abonos orgánicos foliares, el fertilizante químico (N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O) y el testigo absoluto dieron valores B/C positivos; siendo los tratamientos de fertilización N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O: (150: 120: 100) y estiércol líquido bovino (160 L.ha<sup>-1</sup>) los que obtuvieron los mejores B/C con 1.53 y 1.54. Se concluye que la productividad del cultivo de maíz se incrementa como respuesta a la aplicación foliar de estiércol líquido de bovino a razón de 160 L/ha<sup>-1</sup>, siendo una alternativa frente a la utilización de fertilizantes químicos, por lo que se considera como alternativa para la producción de maíz en una agricultura familiar sostenible (Hidalgo, 2013).

Tratamientos	Dosis	Kg/ha	Costo x Kg S/.	Valor bruto (B) S/.	Costo Total Prod (C) S/.	Utilidad U=B-C S/.	Relac. B/C	Rent. %
Aceite Neen	300 cc.ha <sup>-1</sup>	5,440	0.9	4,896.00	3,552.96	1,043.04	1.38	37.80
Estiércol líquido bovino	160 L.ha <sup>-1</sup>	6,950	0.9	6,255.00	4,061.47	2,193.53	1.54	54.01
N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O	150-120-100	7,320	0.9	6,588.00	4,316.86	2,271.14	1.53	52.61
Pescado hidrolizado	8 L.ha <sup>-1</sup>	4,660	0.9	4,194.00	3,012.57	1,181.43	1.39	39.22
Testigo Absoluto		3,780	0.9	3,402.00	2,509.49	892.51	1.36	35.57

**Tabla 9.** Beneficio costo y rentabilidad de los tratamientos utilizados en el cultivo de maíz amarillo variedad Marginal 28-T.

*Nota:* Adaptado de Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín. Fuente: Hidalgo (2013)

### 3.4.3 Riego

Las plantas de maíz son exigentes en el requerimiento de agua, lográndose los más altos rendimientos cuando las plantas han tenido riegos oportunos.

Las variedades de maíz amarillo duro en la región selva requieren de 500 a 650 mm de agua; sin embargo, las precipitaciones pluviales tienen distribución bastante errática con periodos prolongados de sequía que influyen fuertemente en los rendimientos. El maíz requiere de humedad en los estados de germinación (3 a 8 días después de la siembra), crecimiento vegetativo (30 a 35 días después de la siembra), floración (45 a 50 días después de la siembra) y llenado de granos (60 a 70 días después de la siembra).

Fase de cultivo	Consumo %	Consumo mm	Consumo m <sup>3</sup> /ha	Notas
Siembra hasta la emergencia	4	20.1	200.8	Emergencia
Emergencia hasta cuatro hojas	5	25.1	251.0	Asegurar desarrollo
Cuatro hasta ocho hojas	25	125.5	1,255.0	Asegurar desarrollo
Ocho hasta doce hojas	22	110.4	1,104.4	Para asegurar floración
Doce hojas hasta panoja	22	110.4	1,104.4	Para asegurar viabilidad del polen
Panoja hasta polinización	11	55.2	552.2	Para asegurar viabilidad del polen
Polinización hasta grano lechoso	11	55.2	552.2	Para asegurar el llenado de grano
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>502.0</b>	<b>5020.0</b>	

**Tabla 10.** Necesidades hídricas del maíz amarillo duro.

*Nota:* Adaptado de determinación del requerimiento hídrico y aplicación del riego localizado en el maíz amarillo duro, considerando su fenología y utilizando el sistema de riego INIA – Campaña agrícola 2003 – 2004, Fuente: Figueroa, J.A. y Gastulo, D.W. (2004), Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.



**Figura 24.** Riego en surcos para preparación del suelo



## 3.5 Control de malezas

Los daños que ocasionan las malezas son considerables, especialmente en los primeros 30 a 40 días después de la siembra; siendo las pérdidas de maíz variables de año en año, conforme se presenten las condiciones climáticas y en función a las diferencias del suelo, población de malezas, etc.

### 3.5.1 Control manual y mecánico

Para eliminar malezas se utilizan azadas y cultivadoras de tracción animal o tractor. Las azadas son bastante utilizadas en las labores de deshierbo por los pequeños productores con pocos recursos económicos. El desmalezado haciendo uso de azada, requiere de 10 hombres/día/ha, con tracción animal de 1 a 2 días y con tracción por tractor de 1 a 2 horas.

### 3.5.2 Control químico

Para el control eficiente de malezas en el cultivo de maíz, se emplean herbicidas post-emergentes selectivos, los cuales generalmente controlan todas las malezas de hoja ancha y gramíneas, y no producen daño al cultivo; los más usados en el cultivo de maíz son:

- **Nicosulfuron:** 40 g/L, se utiliza un litro por hectárea, 100 mL/por mochila de 20 litros de agua. Se aplica en los primeros 20 a 30 días después de la siembra del maíz.
- **Nicosulfurón 40 g/L + Atrazina 200 g/L:** se recomienda aplicar un litro por hectárea o 100 mL/20 L de agua, de 15 a 25 días después de la siembra del maíz en malezas de tamaño no mayor a 30 cm.

4

# PLAGAS Y ENFERMEDADES





## 4.1 Plagas

### 4.1.1 Cogollero (*Spodoptera frugiperda*):

Plaga de mayor importancia económica en el cultivo de maíz, ya que ataca en las primeras etapas fenológicas (V3 a V6) perforando el cogollo y las hojas tiernas de la planta. En plantas de 10 a 15 cm el daño puede causar la muerte de éstas y en plantas de 30 hasta 100 cm de altura, ocasionan retraso en el desarrollo; ocasionalmente ataca a los granos en las mazorcas (con pérdidas del 30% o más de la productividad del maíz). Se le reconoce por su coloración que varía del verde claro al gris oscuro, llegando a medir hasta 4 cm de longitud. El Nivel de Daño Económico (NDE) es de 2 larvas por metro lineal.



Figura 25. Daño ocasionado por gusano cogollero



## COGOLLERO: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)



Figura 26. Ciclo de vida del cogollero

Fuente: <https://www.fao.org/3/i7424s/i7424s.pdf>

Como control temprano de esta plaga a fin de evitar la pérdida de plantas de maíz, la semilla debe ser tratada con un insecticida cuyo ingrediente activo sea Imidacloprid + Thiodicarp a dosis de 250 mL por bolsa de semilla; también puede usarse Chlorantraniliprole 200g/L, el cual se aplica cuando el maíz tiene 25 días de sembrado a dosis de 5 mL/20 L de agua. El uso de cebos tóxicos aplicados al cuello de la plántula (10 kg de afrecho o polvillo de arroz: 1 kg de melaza o azúcar: 100 mL clorpirifos), mezclados con agua hasta formar una pasta homogénea.





Se realizó un ensayo para el control de gusano cogollero, utilizando insumos de origen natural y biológico. En la Tabla 11, los resultados indican el porcentaje de eficiencia de control sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*; el cual en todos los tratamientos fue superior al 70 %, de acuerdo a las incidencias presentadas en campo por cada tratamiento.

Tratamientos	Incidencia antes de la aplicación	Incidencia después de la aplicación	Eficiencia de control
Biol (144 L.ha <sup>-1</sup> )	46.86%	15.05%	84.95%
<i>Beauveria bassiana</i> (3 kg.ha <sup>-1</sup> )	59.14%	19.21%	80.79%
Aceite de Neem (300 cc.ha <sup>-1</sup> )	51.28%	23.03%	76.97%
<i>Beauveria bassiana</i> (3 kg.ha <sup>-1</sup> ) + Biol (250 L.ha <sup>-1</sup> )	38.78%	13.61%	86.39%
Aceite de Neem (300 cc.ha <sup>-1</sup> ) + Biol (250 L.ha <sup>-1</sup> )	48.36%	17.34%	82.66%

**Tabla 11.** Porcentaje de incidencia de daño de *Spodoptera frugiperda* y eficiencia de control.

*Nota:* Adaptado de manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín. Fuente: Hidalgo (2013)

Tratamientos	Kg/ha	Costo x kg S/.	Valor bruto (B) S/.	Costo Total Prod (C) S/.	Utilidad (U=B-C) S/.	Relac. B/C	Rentabilidad %
Testigo	3,180	0.9	2,862.00	2,902.50	-40.50	0.99	-1.40
Biol	7,740	0.9	6,966.00	4,526.28	2,439.72	1.54	53.90
<i>Beauveria bassiana</i>	6,470	0.9	5,823.00	4,321.08	1,501.92	1.35	34.76
<i>Beauveria bassiana</i> + Biol	7,520	0.9	6,768.00	4,600.80	2,167.20	1.47	47.10
Aceite de Neem	7,970	0.9	7,173.00	4,591.08	2,581.92	1.56	56.24
Aceite de Neem + Biol	7,370	0.9	6,633.00	4,860.00	1,773.00	1.36	36.48

**Tabla 12.** Beneficio costo y rentabilidad de los tratamientos utilizados en el cultivo de maíz amarillo.

*Nota:* Adaptado de Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín.

Fuente: Hidalgo (2013)

Como se puede observar en el resumen del análisis económico (Tabla 12), los tratamientos que presentaron mayor relación beneficio costo fueron: Aceite de Neem (300 cc.ha<sup>-1</sup>) y Biol (144 L.ha<sup>-1</sup>), con 1.56 y 1.54 respectivamente. Se sugiere aplicar dichos tratamientos por separado.



**4.1.2 Cañero (*Diatraea saccharalis* F.):** llamado también “Barreno”; en los primeros estadios de desarrollo del maíz hasta aproximadamente los 40 días, perfora los tallos por la parte basal, produciendo la muerte de la parte apical de la planta y posteriormente de la planta entera. En las plantas mayores construye sendas galerías en los tallos, donde se observa gran cantidad de excrementos que son expulsados, los tallos atacados se rompen y se tumban con los vientos y las lluvias; también, perforan las mazorcas ocasionando daños a los granos.



**Figura 27.** Daño ocasionado por barrenador del tallo.



## Ciclo biológico de *Diatraea saccharalis*

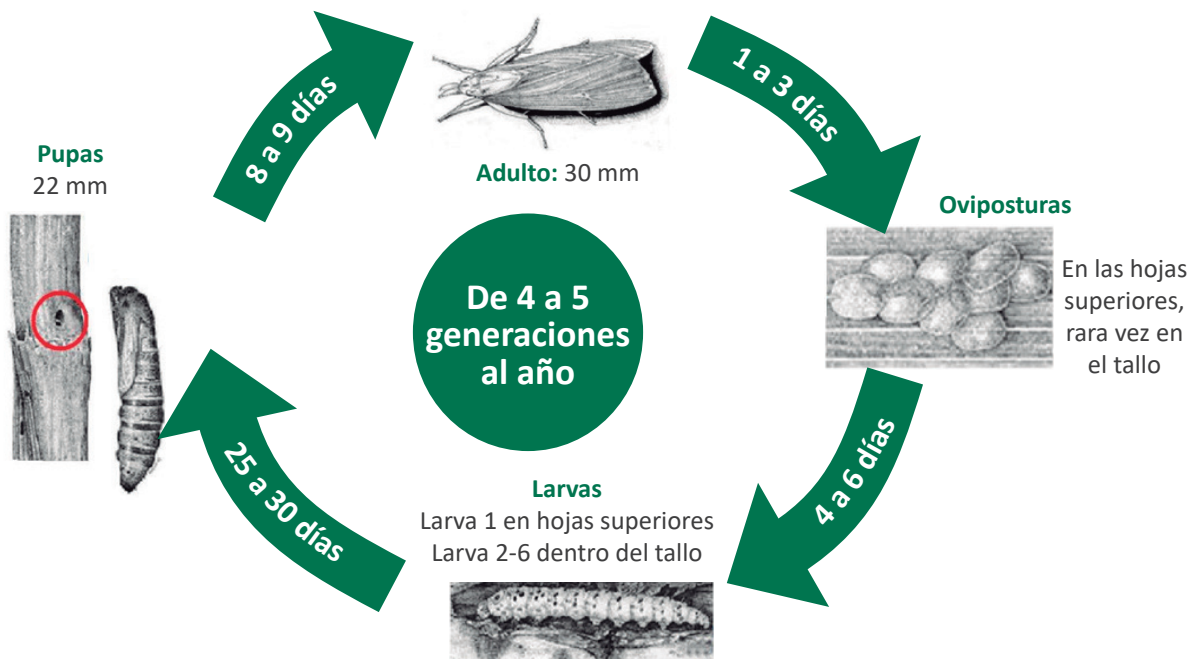


Figura 28. Ciclo biológico del barrenador.

Fuente: García (2011)

Para el control del barrenador del tallo del maíz, se recomienda:

- Eliminar malezas hospederas (caña de azúcar, grama china, arroz, sorgo, etc).
- Evitar el control químico, ya que no es efectivo porque la larva permanece en el interior del tallo.
- Utilizar control etológico: uso de trampas construidas con una fuente de luz y una superficie pegante (paneles de plástico untados con aceite) a razón de 1 trampa/ha y trampas con hembras vírgenes.
- Utilizar control biológico: liberación de parasitoides criados artificialmente. La red de Laboratorios de Control Biológico es guiada por SENASA y se encuentra distribuida a lo largo de toda la costa. *Paratheresia clariplapis*: 40 - 50 parejas por hectárea (parasitan huevos), *Trichogramma sp.* 250,000 - 350,000 avispitas/ha y *Apanteles flavipes* 120 - 150 parejas/ha.



- 4.1.3 Mazorquero (*Helicoverpa zea*):** aunque estas larvas en ocasiones se alimentan del verticilo (cogollo) y de las espigas (panojas) tiernas, suelen restringirse a la mazorca; comienzan a alimentarse poco después de su emergencia y se concentran en el canal de los estigmas, además de provocar daños directos a los granos, las larvas dan entrada a patógenos que pudren la mazorca.



**Figura 29.** Daño ocasionado por mazorquero.

Fuente: <https://www.minutaagropecuaria.com/noticias/reportan-fuerte-ataque-plagas-cultivos-maiz/>



## MAZORQUERO: *Helicoverpa zea*

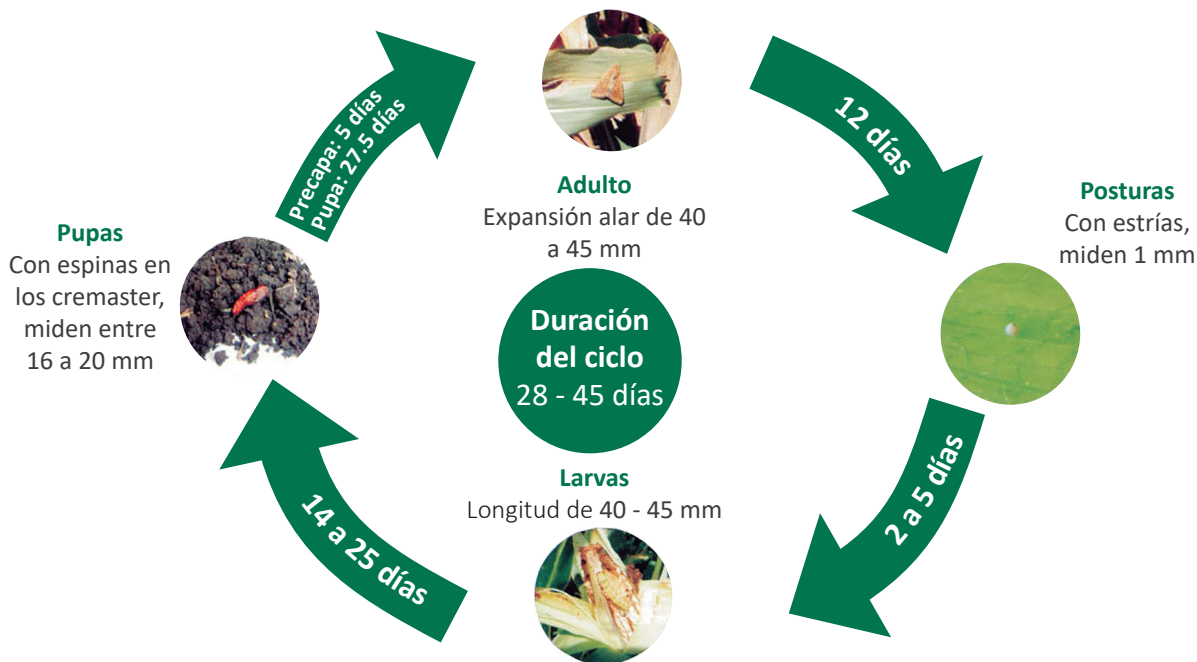


Figura 30. Ciclo de vida del mazorquero

Fuente: <https://www.agrosintesis.com/control-del-gusano-elotero-helicoverpa-zea/>

Para el control del mazorquero del tallo del maíz, se recomienda:

- Realizar liberaciones de enemigos naturales: como parasitoides - *Trichogramma perkinsi*, *T. fasciatum* (Trichogrammatidae), *Netelia* sp., *Trachysphyrus cleoni* (Ichneumonidae), *Sarcodexia innota* (Sarcophagidae), *Winthemia* sp., *Archytas marmoratus*, *A. platonius*, *Trichophoropsis* sp. (Tachinidae) y predadores - *Chrysoperla*, Chinches (varias familias), *Coccinellidae*, *Carabidae* y *Cicindellidae*.
- Control cultural: labranza profunda y uso de variedades o híbridos con buena cobertura en ápice de la mazorca.

## 4.2 Enfermedades

En la región San Martín el ataque de enfermedades no tiene repercusión económica, por lo que no se recomienda control de ningún tipo; sin embargo, las plantas y mazorcas enfermas deben ser eliminadas y enterradas.

5

**COSECHA**





## 5.1 Cosecha manual

La cosecha se realiza en forma manual deshojando las mazorcas de planta en campo. Un indicador de la maduración óptima para cosecha es cuando la planta muestra un amarillamiento intenso, seguido de un desecamiento, empezando desde las hojas inferiores a las superiores. Otro indicador práctico de la madurez fisiológica del grano, es el punto negro en la punta debajo del casquete o pedicelo.

El momento oportuno de efectuar la cosecha de las mazorcas es cuando el grano presenta de 15% a 20% de humedad.



**Figura 31.** Madurez óptima para cosecha.

Para calcular el rendimiento en  $t \cdot ha^{-1}$  se registra el peso de campo de las mazorcas en función al área cosechada, contenido de humedad e índice de desgrane (0.8) y se aplica la fórmula utilizada por Espinosa-Calderón et. al (2014).

$$RG = (P.C. \times \%MS \times \%G) \times F.C.) / 8,600, \text{ donde:}$$

RG es rendimiento de grano por hectárea, P.C. es el peso (kg) de campo del total de las mazorcas cosechadas en la parcela en el área evaluada, % MS es el porcentaje de materia seca calculado con base en la muestra de grano de cinco mazorcas recién cosechadas, % G es el porcentaje de grano obtenido como el cociente entre el peso de grano y el de mazorca, FC es el factor de conversión a rendimiento por ha que se obtiene de dividir  $10,000 \text{ m}^2$  entre el tamaño de la parcela útil determinado en  $\text{m}^2$  ( $7.68 \text{ m}^2$ ) y 8,600 es una constante empleada para estimar el rendimiento con una humedad de grano de 14 %.

La calificación del producto cosechado se efectúa mediante la observación y muestreo de mazorcas, considerando el tamaño de estas y de los granos para hacer un estimado de la productividad y calidad.



**Figura 32.** Evaluación del estado de madurez fisiológica y evaluación de la cosecha.





Figura 33. Evaluación de la calidad de mazorcas y determinación de humedad en campo.



**Figura 34.** Evaluación de la calidad de mazorcas y granos de maíz en laboratorio.



6

# MANEJO POSCOSECHA





## 6.1 Secado, desgrane, clasificación y tratamiento de la semilla

El secado de las mazorcas consiste en dejarlas tendidas en colcas, eras o tendales hasta que el grano contenga de 13 a 14 % de humedad.

Para el desgrane, se tiene que proceder a la selección de mazorcas típicas de la variedad para semilla, eliminando aquellas fuera de tipo y con presencia de enfermedades, puede realizarse en forma manual o utilizando aparatos rudimentarios; una buena alternativa es el desgrane mecanizado mediante el uso de una desgranadora adecuadamente calibrada para evitar semillas o granos partidos.

La clasificación de la semilla se efectúa utilizando las zarandas adecuadas con el propósito de obtener semilla de tamaño uniforme.

El tratamiento de la semilla se efectúa utilizando fungicidas o insecticidas adecuados para proteger a la semilla durante su almacenamiento, germinación y emergencia.

## 6.2 Almacenamiento

La semilla contenida en envases confeccionados de bolsas de papel multipliego o sacos de polipropileno con capacidad de 25 kg, debe ser almacenada en ambientes seguros, limpios, desinfectados y secos para evitar el ataque de hongos, gorgojos, roedores y aves (de ser posible en cámaras frías). Si se observa presencia de gorgojos efectuar el tratamiento adecuado en ambientes o depósitos herméticamente cerrados.

## 6.3 Comercialización

La comercialización del grano y el precio estará en función de su calidad.

7

**CULTIVARES  
GENERADOS EN LA  
EEA EL PORVENIR**





## 7.1 Variedad Marginal 28T

**Origen:** la variedad Marginal 28 Tropical, es un compuesto que resulta de cruzamientos inter e intra poblacionales de los cultivares ACROSS 7728, FERKE 7928, LA MAQUINA 7928 provenientes del CIMMYT; mejorada y adaptada por el INIA a condiciones tropicales de selva y costa norte del Perú, liberada el año 1984.

**Adaptación:** el ámbito de desarrollo de la variedad Marginal 28 Tropical (Marginal 28T) es la selva alta y costa norte del Perú, siendo su rango de adaptación hasta los 1,800 m s.n.m. Además de su buena producción de grano, tiene excelente aptitud para la producción de chala en la costa central.

**Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos:** es una variedad resistente al acame y tolerante a la sequía, así como a la roya (*Puccinia polysora*) y al carbón común (*Ustilago maydis*).

### Características Agronómicas



**M28T**

**Figura 35.** Mazorcas de variedad Marginal 28T.

Vigor inicial :	Intermedio.
Color de la plántula :	Verde amarillento.
Hábito de crecimiento :	Erecto.
Forma de la hoja :	Lanceolada.
Color de hojas :	Lámina verde, nervadura central verde claro.
Color del tallo :	Nudos y entrenudos verde claro.
Días a 50 % de floración :	De 56 a 60 días después de la siembra.
Ciclo vegetativo :	De 110 a 120 días.
Coloración de los estigmas :	Púrpura.
Coloración de la panoja :	Púrpura.
Altura de planta :	200 a 220 cm.
Altura de la mazorca :	100 a 110 cm.
Forma :	Cilíndrica a cónica.
Color de tusa :	Blanco.
Color del grano :	Amarillo naranja, con ligera capa crema.
Tamaño de la semilla :	11.8 mm (11.5 a 2.0 mm).
Forma :	Plana, mediana y alargada.
Peso de 1,000 semillas :	300 a 380 g.
Número de hileras :	14 (12 a 16).

### Rendimiento:

Potencial :	hasta 7,000 kg/ha.
Comercial :	hasta 5,000 kg/ha.



## 7.2 Variedad INIA 602

**Origen:** se obtuvo después de tres años de continua investigación y selección; procede de la variedad SIKUANI V – 110 introducida de Colombia mediante el CIMMYT, sobresalió en diferentes pruebas de adaptación, rendimiento y parcelas de comprobación conducidas en campos de productores del Valle del Alto Mayo donde se concentra la mayor área de suelos con problemas de acidez.

**Adaptación:** presenta buena adaptación a suelos ácidos de la selva con saturación de aluminio menor a 60 % y en suelos normales de la costa y selva.

**Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos:** es moderadamente resistente al ataque del gusano cogollero y a enfermedades tropicales, y tolerante a suelos con saturación de aluminio menor a 60 %.



**INIA 602**

### Características Agronómicas

Hábito de crecimiento :	Erecto.
Altura de planta :	160 a 180 cm.
Altura de mazorca :	80 a 100 cm.
Días a floración :	52 a 58 días.
Días a maduración :	110 a 120 días.
Color de grano :	Amarillo.
Textura del grano :	Cristalino.
Número de hileras/mazorca :	12 a 14.
Forma de la mazorca :	Cilíndrica.
Longitud de mazorca :	14 a 18 cm.

### Rendimiento.

Suelos normales :	Hasta 5.0 t/ha.
Suelos ácidos :	Hasta 3.5 t/ha.

Figura 36. Mazorcas de variedad INIA 602.



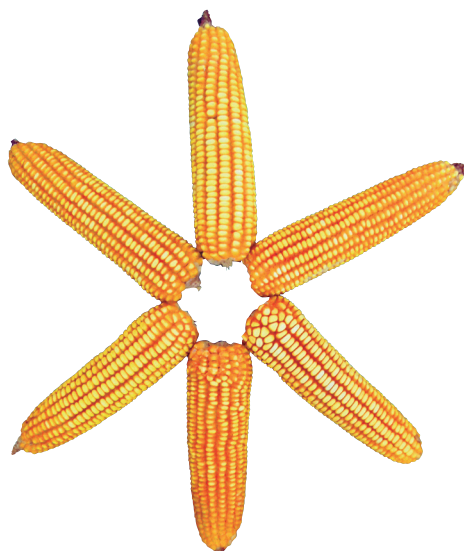


## 7.3 Híbrido intervarietal INIA 608 – ALLIMASARA

**Origen:** el híbrido intervarietal INIA 608 – ALLIMASARA, es resultado del cruzamiento de dos variedades experimentales de polinización libre seleccionadas del CIMMYT, adaptadas a condiciones de selva por el Programa Nacional de Maíz del INIA, denominadas Across 9328 (progenitor femenino) X Ejido 9328 (progenitor masculino); para dar origen al híbrido intervarietal se realizó el cruzamiento con patrón de siembra 4:1 (cuatro hileras del progenitor hembra por uno del progenitor macho) mediante despanojado manual.

**Adaptación:** presenta buena adaptación a las condiciones de selva y buena productividad bajo temporal y riego.

**Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos:** moderadamente resistente al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y a la roya (*Puccinia polysora*).



**INIA 608**

**Figura 37.** Mazorcas del híbrido INIA 608 – Allimasara.

### Características Agronómicas

Hábito de crecimiento :	Erecto.
Altura de planta :	200 a 230 cm.
Altura de mazorca :	110 a 130 cm.
Días a floración :	52 a 55 días.
Días a maduración :	110 a 120 días.
Color de grano :	Amarillo naranja.
Textura de grano :	Semidentado.
Número de hileras/mazorca :	12
Forma de la mazorca :	Cilíndrica.
Longitud de la mazorca :	17.0 cm.
Peso de 1,000 semillas :	320 a 400 g.

### Rendimiento

Secano :	4 a 6 t/ha.
Bajo Riego :	6 a 8 t/ha.

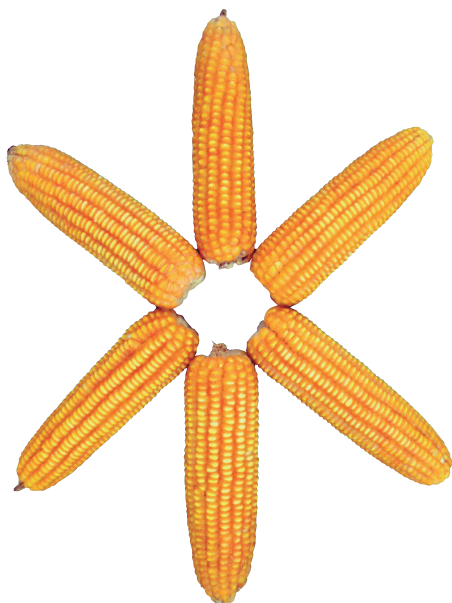


## 7.4 Híbrido Trilineal INIA 624 - KILLU SUK

**Origen:** el híbrido trilineal INIA 624 – KILLU SUK, está formado por un híbrido simple como hembra que proviene de la cruce de las líneas progenitoras del Programa Nacional de Maíz del INIA, denominadas PIMLE 29 (Hembra) X PIMLE 26 (Macho); para dar origen al híbrido trilineal se realizó el cruzamiento de la F1 del híbrido simple con la línea CLYN 240 procedente del CIMMYT y la formación de la F1 comercial del híbrido trilineal se hizo con patrón de siembra 4:1 (cuatro hileras de progenitor hembra por uno de macho), mediante despanojado manual.

**Adaptación:** el híbrido trilineal INIA 624 – KILLU SUK tiene buena adaptación a condiciones ambientales de las regiones de San Martín, Loreto, Amazonas y Ucayali.

**Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos:** tolerante a la roya común (*Puccinia sorghi*), al carbón común (*Ustilago maydis*) y a la mancha foliar (*Helminthosporium maydis*); también, destaca la resistencia al acame de tallo y raíz.



**HTE 6**

**Figura 38.** Mazorcas de híbrido INIA 624 – Killu Suk .

### Características Agronómicas

Floración femenina :	51 ± 4 días.
Color predominante de estigmas :	Crema.
Altura de planta promedio :	190 a 220 cm.
Altura de mazorca promedio :	96 a 116 cm.
Color de grano :	Amarillo naranja.
Textura del grano :	Semicristalino.
Peso de mil semillas :	340 a 420 g.
Número de mazorcas/planta :	1.1
Forma de la mazorca :	Cilindro cónica.
Longitud de mazorca :	15 a 20 cm
Número de hileras/mazorca :	12 a 16
Número de granos/hilera :	31 a 40
Diámetro de mazorca :	4.1 a 5.0 cm.
Color de tusa :	Blanco.
Rendimiento de grano :	Mayor a 7.5 t/ha.



## 7.5 Variedades de polinización libre

Los productores manifiestan que obtienen baja productividad en sus cultivos de maíz con la variedad Marginal 28-T, causada por su degeneración a consecuencia de las cruzas con otras variedades locales (Tusilla) y que aún siguen utilizando año tras año, debido a la disposición de semillas puras.

Ante esta situación el equipo técnico del Programa Nacional de Maíz de la Estación Experimental Agraria El Porvenir, consideró importante el mantenimiento de la identidad varietal y la obtención de semilla genética de los cultivares liberados por el INIA - Marginal 28T, Nutrimaiz e INIA 602, este último para suelos ácidos. Se ejecutaron parcelas de comprobación y de demostración con la participación y el seguimiento de productores en sus campos, llegando a constatar que el uso de semilla pura de la variedad aumenta la productividad, por lo que se sugiere puedan cambiar de semilla por lo menos cada tres campañas.

### 7.5.1 Formación

Las variedades de polinización libre (VPL) pueden formarse de dos maneras:

- A partir de la síntesis o recombinación de familias genéticas seleccionadas, que se derivan de poblaciones que son mejoradas a través de programas de Selección Recurrente.
- Recombinando líneas de alta endogamia derivadas de programas de formación de híbridos.

### 7.5.2 Obtención de semilla

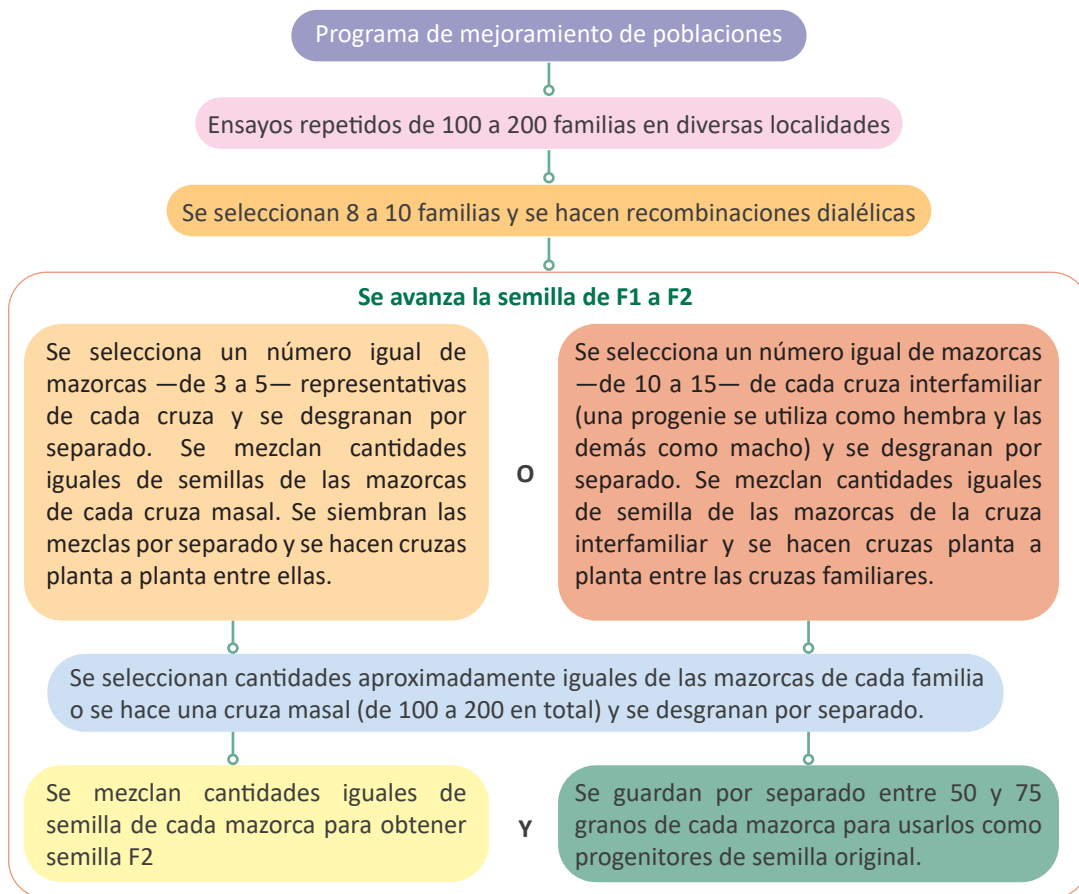
Lo primero que se recomienda al agricultor es que identifique dentro de su campo de producción, un sector con plantas sanas y de buen vigor.

El número de mazorcas seleccionadas depende de la cantidad de grano que se quiera obtener como semilla; sin embargo, en ningún caso debe ser menor a 100 mazorcas, sanas y completas. La selección de las plantas debe ser hecha después de la floración, cuando hayan alcanzado su máximo tamaño y no tengan tallos débiles ni mazorcas altas.

Una buena práctica es marcar las plantas seleccionadas utilizando tiras delgadas de cartulina que se engrapan alrededor del tallo, en los nudos debajo de la mazorca, las tiras deben ser de un color que las haga rápidamente visibles. Lo recomendable es recolectar las mazorcas antes de la cosecha del campo, de manera que no se confundan con plantas no marcadas; el número de plantas a cosechar para semilla depende de la cantidad de semilla que el agricultor desee tener para sembrar en la siguiente campaña agrícola, para ello, se puede considerar que una mazorca sana produce 150 g de grano para semilla.

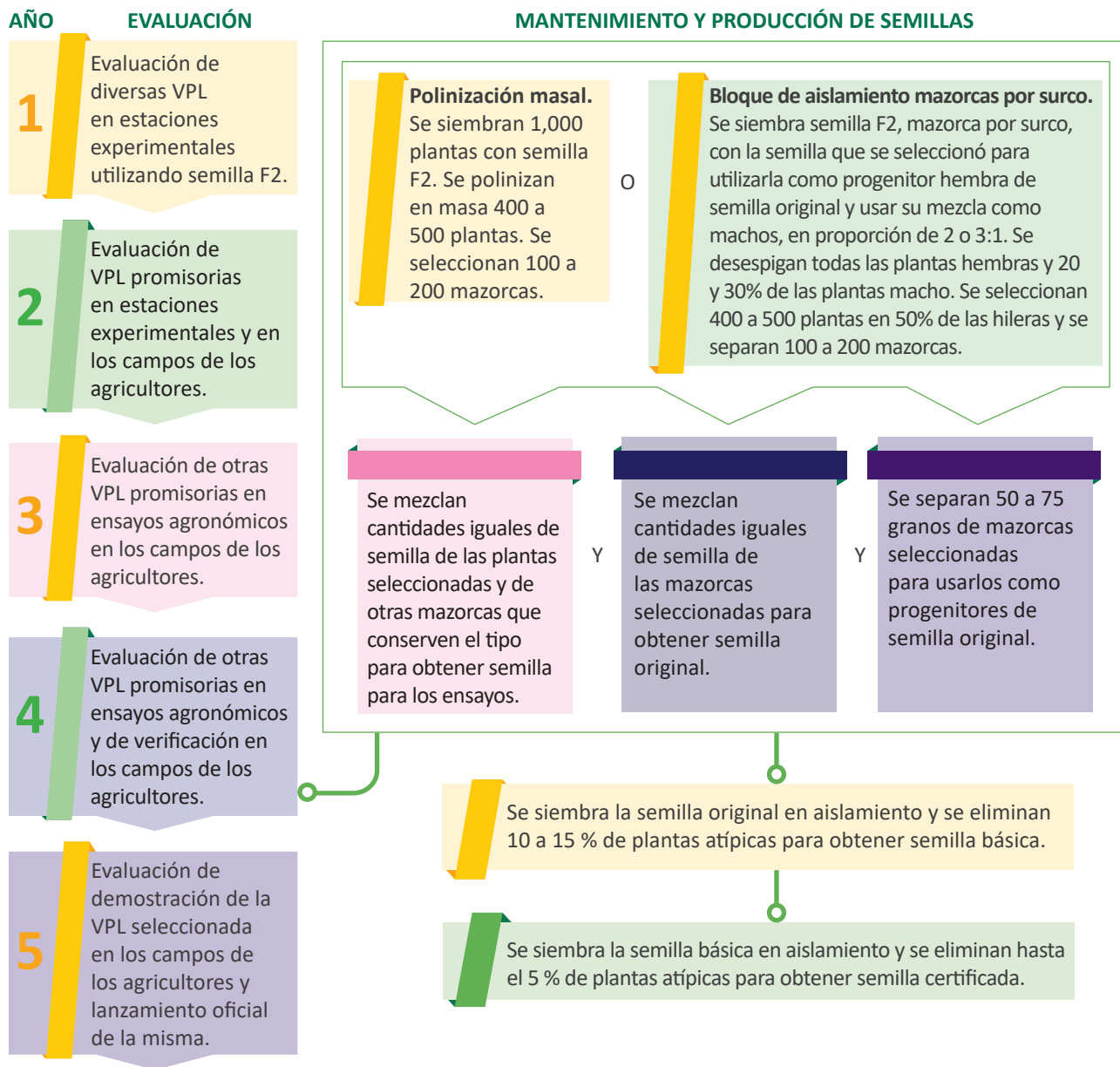


Si la densidad de siembra recomendada para variedades de polinización libre es de 25 kg por hectárea, entonces el agricultor debe considerar marcar alrededor de 250 plantas y a la cosecha seleccionar 180 - 200 mazorcas sanas y representativas de la variedad; con el fin de uniformizar por tamaño la semilla obtenida, es recomendable eliminar la semilla de las “puntas” de las mazorcas, pues éstas son de menor tamaño. La semilla debe ser tratada con algún producto químico para evitar que sea dañada por insectos, principalmente por gorgojos, y almacenada en un lugar seco y fresco fuera del alcance de roedores.

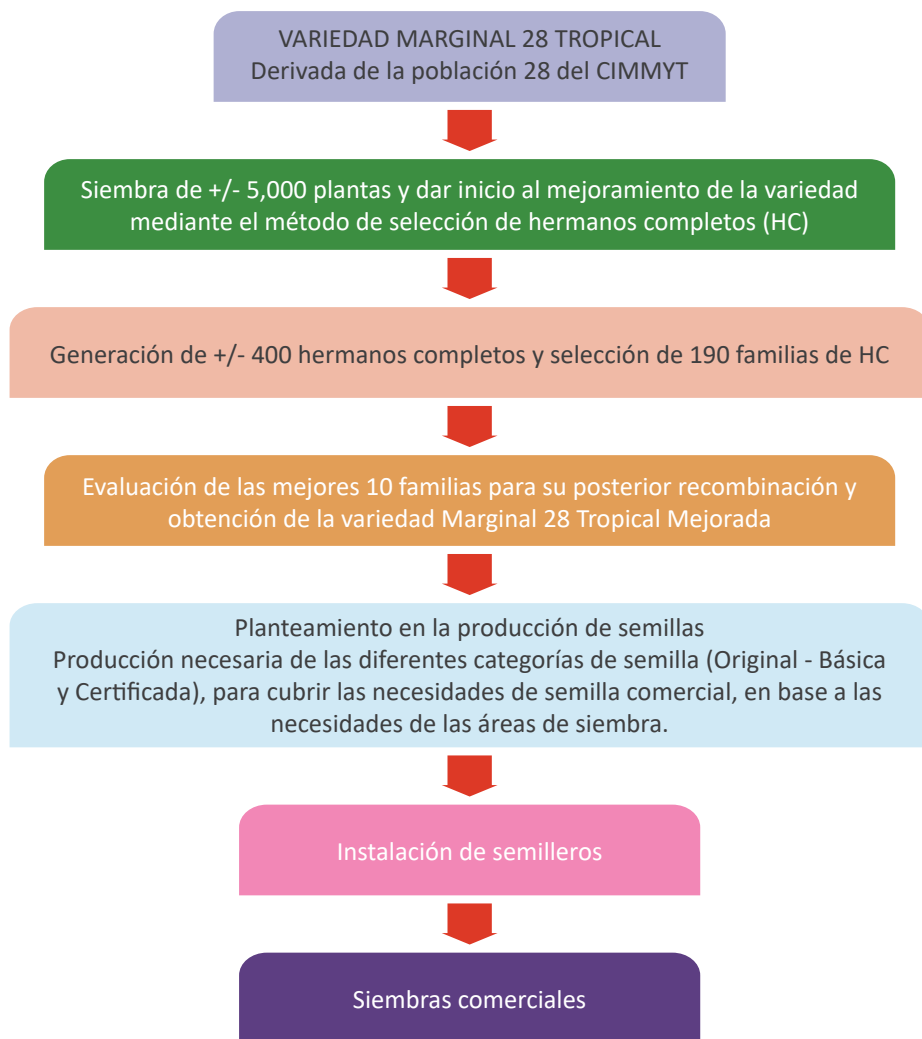


**Gráfico 2.** Formación de variedades y obtención de semillas F2 mediante un programa de selección recurrente.

*Nota:* Adaptado de Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre. Fuente: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - CIMMYT (1999)



**Gráfico 3.** Sistema de evaluación, mantenimiento y producción de semilla de las variedades. Fuente: Centro International de Mejoramiento de Maíz y Trigo - CIMMYT (1999)



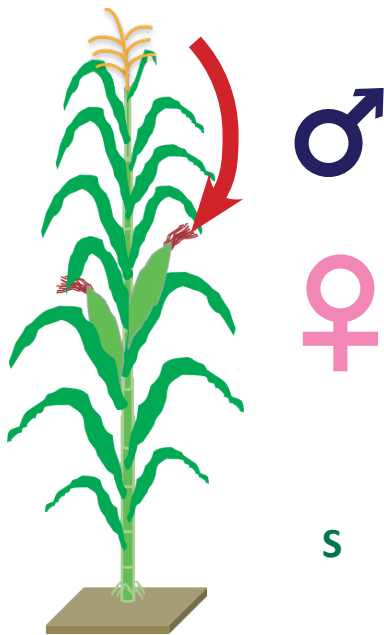
**Gráfico 4.** Mejoramiento de la variedad Marginal 28 tropical siembra experimental - siembra comercial.

Fuente: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - CIMMYT (1999)



## 7.6 Híbridos

La alta productividad de un híbrido se basa en aprovechar el fenómeno de la heterosis (vigor híbrido) que se produce al cruzar dos líneas puras. Las líneas puras se obtienen por autofecundaciones sucesivas, orientadas a la consecución de líneas que reúnan caracteres favorables que debe tener un híbrido; el híbrido resultante del cruzamiento entre dichas líneas manifiesta productividad superior a la de sus progenitores.



**Figura 39.** Autopolinización de Maíz

Diseño: Gallegos-Paz (2020)



**Figura 40.** Proceso de autopolinización en maíz para la obtención de líneas puras.

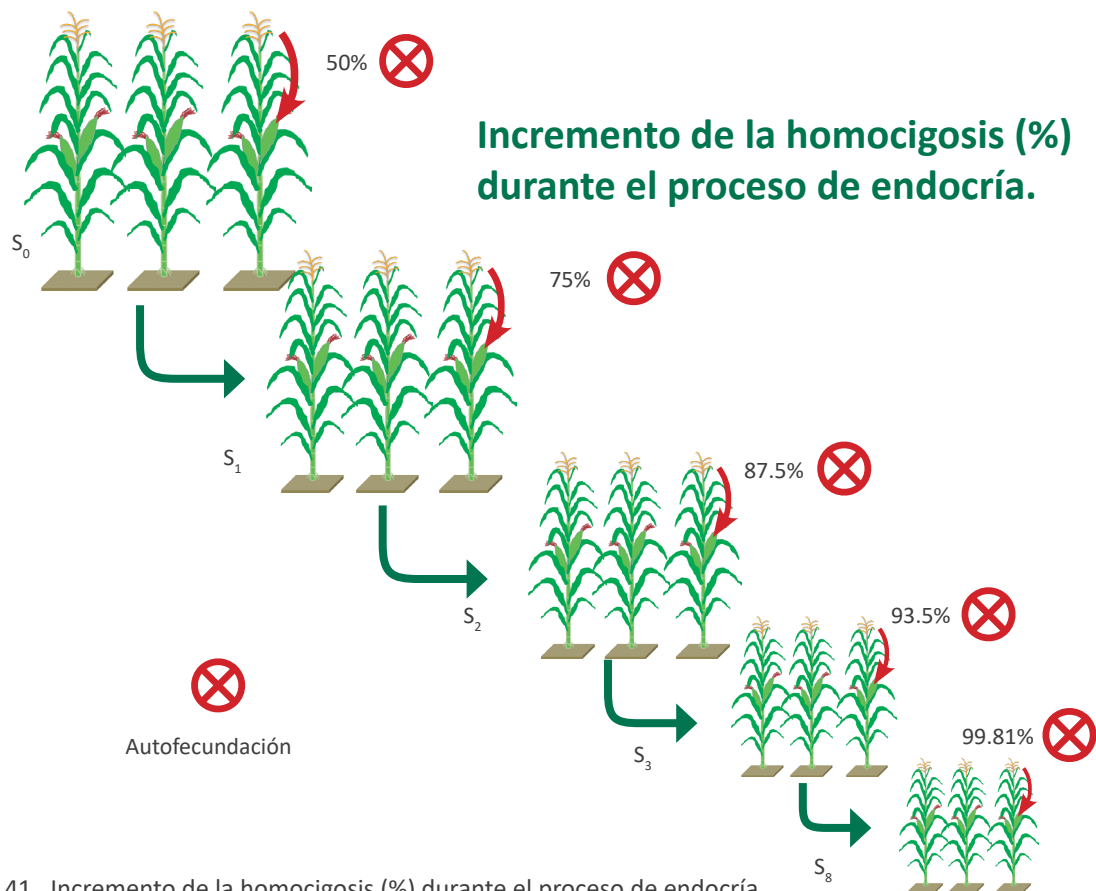


Figura 41. Incremento de la homocigosis (%) durante el proceso de endocria.  
Diseño: Gallegos-Paz (2020)

Los híbridos presentan mayor producción de grano, uniformidad en floración, altura de planta y maduración. A partir de ellos se pueden obtener plantas más bajas pero vigorosas que resisten el acame, tienen mayor sanidad de mazorca y grano, así como mayor precocidad; sin embargo, las desventajas en su uso repercuten en la necesidad de comprar semilla para cada siembra, alto costo, reducida área de adaptación en selva (alta interacción genotipo x ambiente), necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar su potencial genético.



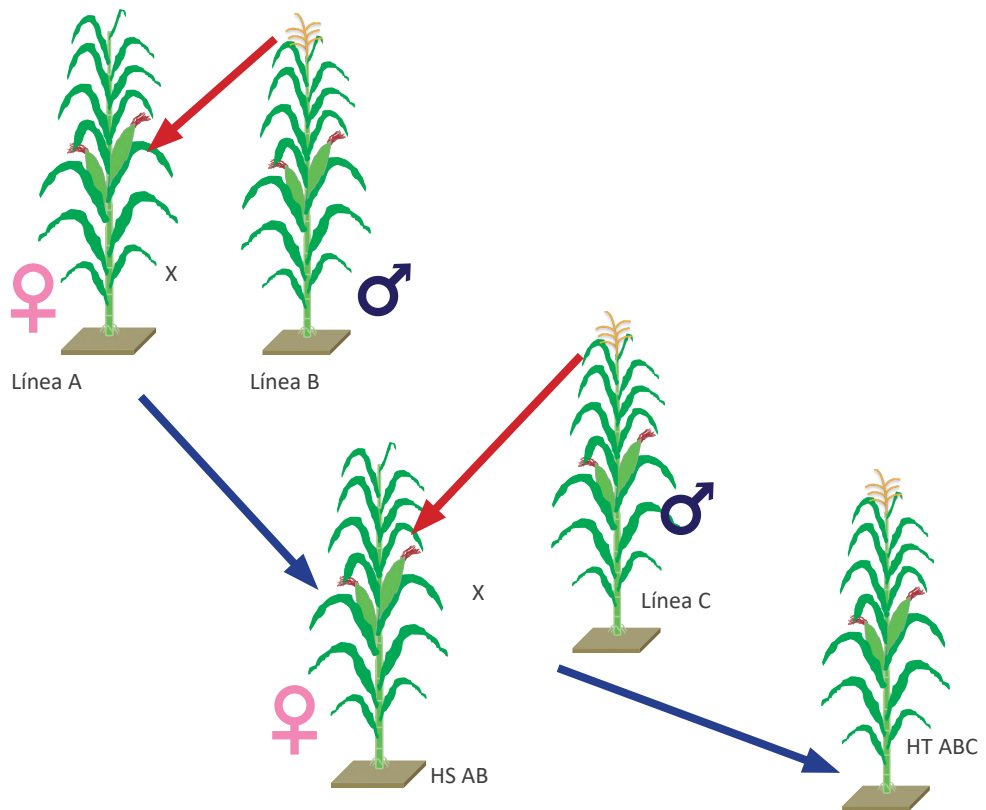


### 7.6.1 Híbrido simple

Un híbrido simple es el resultado del cruzamiento entre dos líneas puras (endocriadas). Pueden utilizarse para formar híbridos dobles y como progenitor femenino de híbridos trilineales. Ejemplo: INIA 608 – El Porvenir.

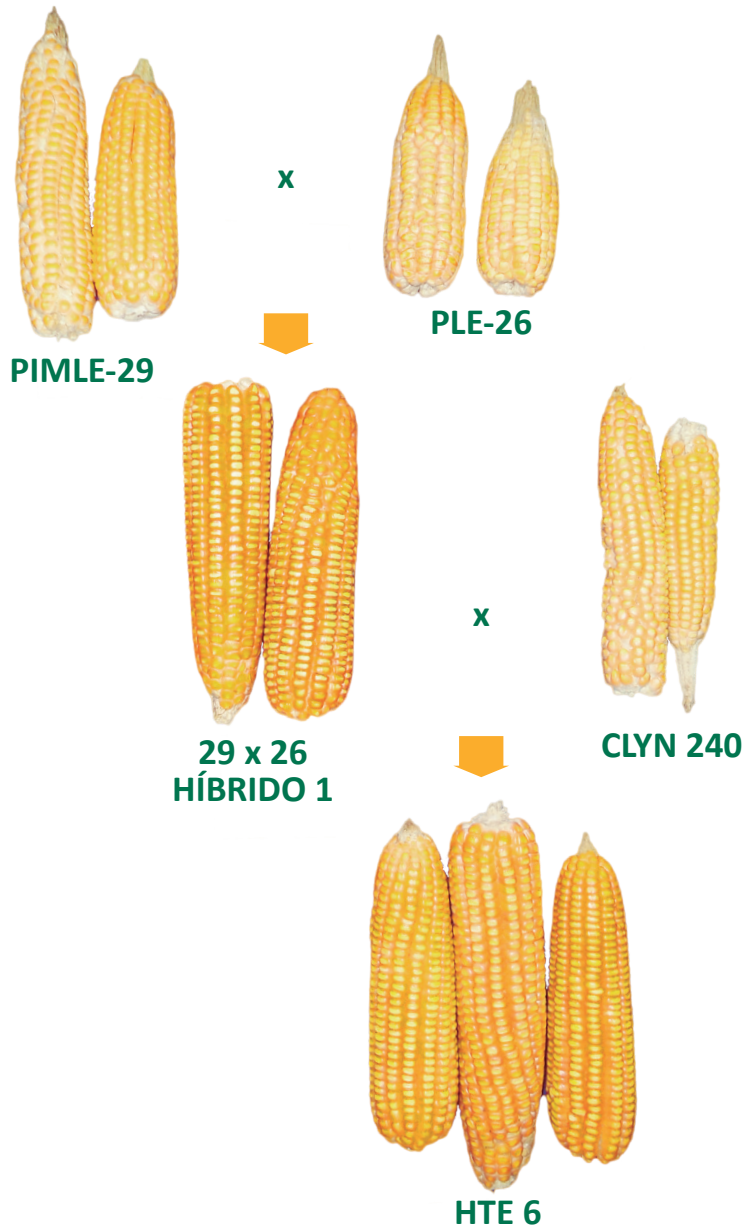
### 7.6.2 Híbrido trilineal

“Híbrido Trilineal” Es el cruzamiento resultante entre un “Híbrido simple” (F1 de una cruce simple) con una tercera línea. Ejemplo: INIA 624 – Killu Suk.



**Figura 42.** Esquema de la obtención de un híbrido trilineal

Diseño: Gallegos-Paz (2020)



**Figura 43.** Esquema de la obtención de un híbrido trilineal INIA 624 - Killu Suk

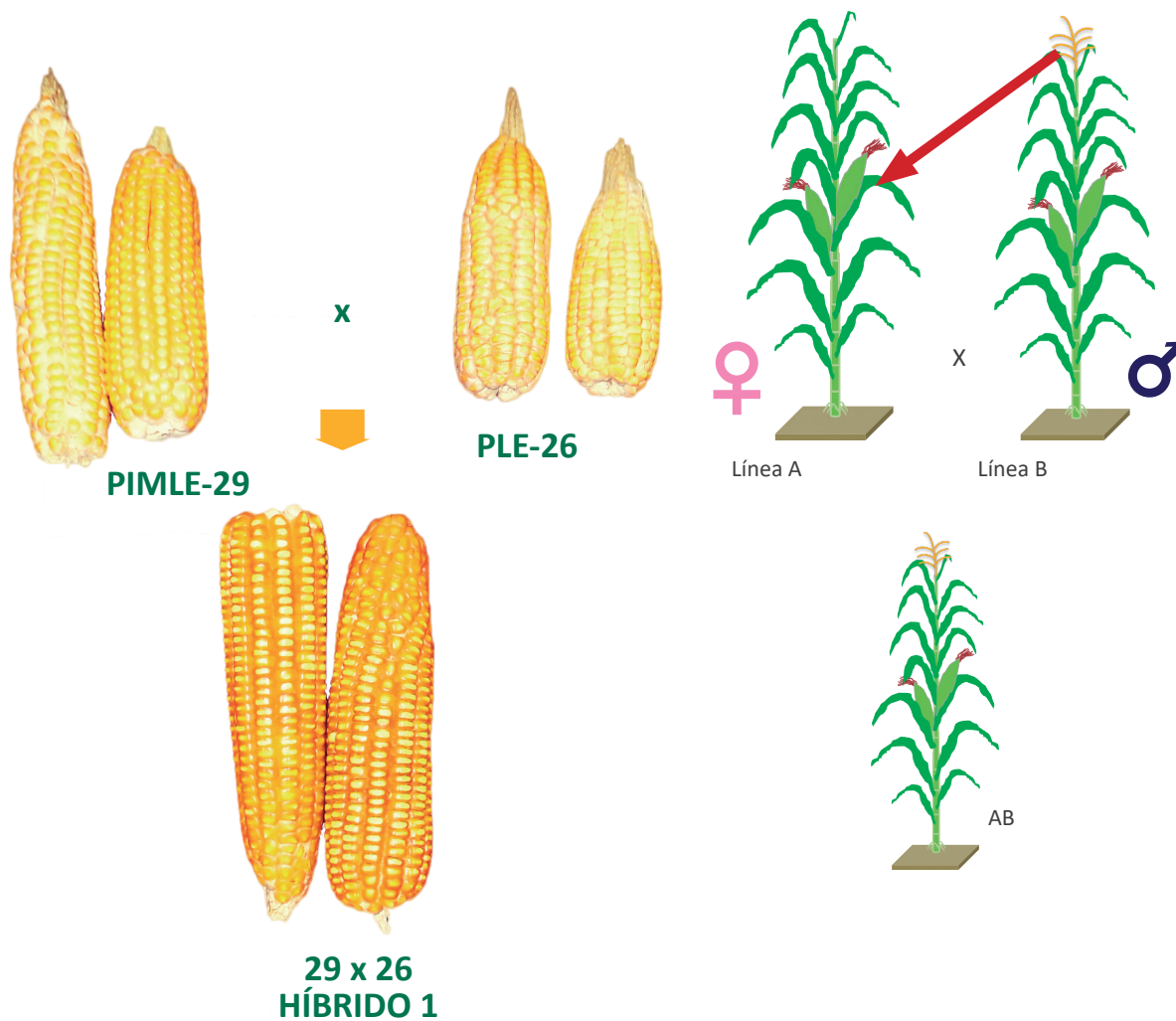


Figura 44. Obtención de un híbrido de dos líneas puras

Diseño: Diaz-Chuquizuta (2020)

8

# **COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO**



## 8.1 Costos de producción y análisis económico

Los costos de producción varían de acuerdo con los precios de las semillas, insumos, agroquímicos, maquinaria, mano de obra y otros. Para una tecnología media, el costo de producción está aproximadamente en S/ 6,226.50 soles por hectárea, debido al costo elevado de fertilizantes durante el año 2022.

### COSTO DE PRODUCCIÓN DE MAIZ AMARILLO DURO - SECANO CAMPAÑA FEBRERO - JUNIO 2022

Cultivo	Maiz Amarillo Duro	Nivel fertilizacion :	180N-150P-120K
Tipo de cultivo	Transitorio	Tipo de suelo :	Franco Arcilloso
Cultivar	INIA 624 - Killu Suk	Tipo de riego :	Gravedad
Periodo vegetativo	4 meses	Densidad :	62 500 plantas
Tipo de siembra	Directa	Distanciamiento :	0.80 m x 0.20 m
Provincia	San Martín	Rendimiento :	6.99 t.ha-1
Distrito	Juan Guerra		
Localidad	El Porvenir		

Actividad	"Unidad Medida"	"Precio Unitario"	"Cantidad 01 ha."	INIA624	Marginal 28T	Tusilla
				Costo Total	"Cantidad 01 ha." Costo Total	"Cantidad 01 ha." Costo Total
<b>I. Costos Directos</b>				<b>S/5,930.00</b>	<b>S/5,705.00</b>	<b>S/5,595.00</b>
<b>1.Preparación de Terreno</b>				<b>S/570.00</b>	<b>S/570.00</b>	<b>S/570.00</b>
Alineado y estaquedado	Jornales	30	3	S/90.00	3 S/90.00	3 S/90.00
Rastreado y surcado	Hr/maq	120	4	S/480.00	4 S/480.00	4 S/480.00
<b>2.Labores culturales</b>				<b>S/960.00</b>	<b>S/960.00</b>	<b>S/960.00</b>
Aplicación de herbicidas	Jornales	30	4	S/120.00	4 S/120.00	4 S/120.00
Siembra	Jornales	30	8	S/240.00	8 S/240.00	8 S/240.00
Aplicación fertilizante (02 aplicaciones)	Jornales	30	3	S/90.00	3 S/90.00	3 S/90.00
Aplicación insecticida (02 aplicaciones)	Jornales	30	3	S/90.00	3 S/90.00	3 S/90.00
Riegos (04)	Jornales	30	6	S/180.00	6 S/180.00	6 S/180.00
Deshierbos	Jornales	30	8	S/240.00	8 S/240.00	8 S/240.00
<b>3.Insumos</b>				<b>S/3,575.00</b>	<b>S/3,350.00</b>	<b>S/3,240.00</b>
Semilla	Bolsa	460	1	S/460.00	1 S/160.00	1 S/50.00
Herbicida Selectivo (Nicosulfuron)	Litro	75	2	S/150.00	2 S/225.00	2 S/225.00
Herbicida Glifosato	Litro	25	2	S/50.00	2 S/50.00	2 S/50.00
Insecticida (Chlorantranilprole) 200 ml	Fasco	300	0.05	S/15.00	0.05 S/15.00	0.05 S/15.00
Insecticida (Thidicarb+imadacloprid)	Litro	280	0.5	S/140.00	0.5 S/140.00	0.5 S/140.00
Urea	Bolsa	210	7	S/1,470.00	7 S/1,470.00	7 S/1,470.00
Fosfato Di Amonio	Bolsa	140	6	S/840.00	6 S/840.00	6 S/840.00
Cloruro de Potasio	Bolsa	100	2	S/200.00	2 S/200.00	2 S/200.00
Sacos de Polipropileno	Unidad	160	1.5	S/240.00	1.5 S/240.00	1.5 S/240.00
Rafia	Ovillo	10	1	S/10.00	1 S/10.00	1 S/10.00
<b>4.Cosecha y Transporte</b>				<b>S/825.00</b>	<b>S/825.00</b>	<b>S/825.00</b>
Cosecha Manual	Jornales	30	14	S/420.00	14 S/420.00	14 S/420.00
Transporte	Ton	15	7.0	S/105.00	7.0 S/105.00	7.0 S/105.00
Desgrane	Ton	30	7.0	S/210.00	7.0 S/210.00	7.0 S/210.00
Secado	Jornales	30	3.0	S/90.00	3.0 S/90.00	3.0 S/90.00
<b>II. Costos Indirectos</b>				<b>S/296.50</b>	<b>S/285.25</b>	<b>S/279.75</b>
<b>1.Gastos Administrativos (Siembra a Cosecha) 5%</b>				<b>S/296.50</b>	<b>S/285.25</b>	<b>S/279.75</b>
<b>Costo total de producción</b>				<b>S/6,226.50</b>	<b>S/5,990.25</b>	<b>S/5,874.75</b>



Análisis económico	INIA 624	Marginal 28T	Tusilla
<b>PRODUCCION</b>			
Produccion estimada (kg/Ha)	6,990.00	5,620.00	3,500.00
<b>PRECIO DE VENTA</b>			
Precio de venta por kg de grano (S/.)	1.30	1.30	1.30
<b>INGRESOS</b>			
Ingreso por venta de produccion (S/.)	<b>9,087.00</b>	<b>7,306.00</b>	<b>4,550.00</b>
<b>COSTOS</b>			
Total de costo de produccion (S/.)	6,226.50	5,990.25	5,874.75
<b>BENEFICIOS</b>			
Costo unitario por kg (S/.)	<b>0.89</b>	<b>1.07</b>	<b>1.68</b>
Utilidad bruta total (S/.)	<b>2,860.50</b>	<b>1,315.75</b>	<b>-1,324.75</b>
Utilidad bruta / kg (S/.)	<b>0.41</b>	<b>0.23</b>	<b>-0.38</b>
Rentabilidad	<b>45.94</b>	<b>21.96</b>	<b>-22.55</b>
B/C	<b>1.46</b>	<b>1.22</b>	<b>0.77</b>

**Tabla 14.** Análisis económico

# REFERENCIAS





- AGRODATAPERU. (2022). *Maíz Amarillo Perú Importación*. Recuperado de <https://www.agrodataperu.com/2021/04/maiz-amarillo-peru-importacion-2022-diciembre.html>
- Ciampitti I.A., & García, F.O. (2007). Requerimientos nutricionales Absorción y Extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. *Boletín Técnico, Buenos Aires (Argentina): International Plant Nutrition Institute (IPNI)*.
- Figueroa, J.A., & Gastulo, D.W. (2004). *Determinación del requerimiento hídrico y aplicación del riego localizado en el maíz amarillo duro considerando su fenología y utilizando el sistema de riego INIA – Campaña agrícola 2003 – 2004*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrícola]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9813>
- García, F. J. M. (2011). *Ciclo biológico de D. saccharalis. Área de Fitosanidad*. Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos y Universidad Autónoma San Luis Potosí.
- Hidalgo, E. (2013). *Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro (1.ª ed.)*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2021). *Observatorio de commodities: Maíz amarillo duro*. Ministerio de Agricultura y Riego. MIDAGRI.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2022). Observatorio de COMMODITIES Maíz Amarillo Duro. *Boletín trimestral N°4 de la Dirección general de Políticas Agrarias*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1828756/Commodities%20Maiz%20Amarillo%20Duro%3A%20oct-dic%202021.pdf>.
- Programa de Maíz. (1999). *Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre (2.ª ed.)*. CIMMYT.
- Sánchez, P., Larqué, A., Nava, T., & Trejo, C. (2000). Respuesta de plantas de maíz y frijol al enriquecimiento de dióxido de carbono. *Agrociencia*, 34(3), 311-320.
- Vásquez, Z., & Meneses, I. (2014). Extracciones nutrimentales en tres cultivos en Veracruz, México. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 2(3), 347-353. [https://nanopdf.com/download/extracciones-nutrimentales-en-tres-cultivos-basicos-en-veracruz\\_pdf](https://nanopdf.com/download/extracciones-nutrimentales-en-tres-cultivos-basicos-en-veracruz_pdf).





*Instituto Nacional de Innovación Agraria*







*Instituto Nacional de Innovación Agraria*

Av. La Molina 1981, La Molina  
(51 1) 240-2100 / 240-2350  
[www.gob.pe/inia](http://www.gob.pe/inia)



**PERÚ**

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

ISBN: 978-9972-44-098-4



9 789972 440984