



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura

Instituto Nacional  
de Innovación Agraria



# MANEJO AGRONÓMICO DEL MAÍZ MORADO EN LOS VALLES INTERANDINOS DEL PERÚ





MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA CANÁAN - AYACUCHO

# MANEJO AGRONÓMICO DEL MAÍZ MORADO EN LOS VALLES INTERANDINOS DEL PERÚ

*Florencio V. Requis Varillas*

© INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN AGRARIA  
DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN AGRARIA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA CANAÁN - AYACUCHO

**Diagramación e Impresión:**

Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica

**Primera Edición:**

Setiembre, 2012

**Tiraje:** 500 ejemplares

Av. La Molina N° 1981, Lima 12 Casilla N° 2791 - Lima 1  
Telefax: 3495631 / 3492600 - Anexo 248

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización

**Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 2012 - 08853**

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ MORADO .....	6
2.1 Estadísticas del cultivo .....	6
3. IMPORTANCIA DEL MAÍZ MORADO .....	8
3.1 Propiedades alimenticias del maíz morado .....	8
3.2 Propiedades medicinales del maíz morado .....	9
4. VARIETADES DE MAÍZ MORADO .....	10
5. MANEJO AGRONÓMICO DEL MAÍZ MORADO .....	11
5.1 Época de siembra .....	11
5.2 Densidad de siembra .....	11
5.3 Abonamiento .....	11
5.4 Control de malezas .....	12
5.5 Aporque .....	12
5.6 Riego .....	13
5.7 Control de plagas del maíz morado .....	13
5.7.1 Gusano de tierra o cortador ( <i>Agrotis ipsilon</i> ) .....	13
5.7.2 Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) .....	15
5.7.3 Gusano mazorquero ( <i>Heliothis zea=Helicoverpa zea</i> ) .....	16
5.7.4 Gusano de carne ( <i>Euxesta sp</i> ) .....	18
5.7.5 Gorgojos y polillas de almacén .....	19
5.8 Control de enfermedades del maíz morado .....	19
5.8.1 Carbón del maíz ( <i>Ustilago maydis</i> ) .....	19
5.8.2 Pudrición de mazorcas .....	19
5.8.3 Achaparramiento (Puka poncho).....	19
5.9 Cosecha .....	21
5.10 Secado .....	21
5.11 Almacenamiento .....	22
5.12 Comercialización .....	22



# 1. INTRODUCCIÓN

El maíz morado (*Zea mays L*) raza kculli, es una selección especial del maíz amiláceo, de granos y de cáscara morada con alto contenido de almidón, cuya tusa o coronta contiene como principio activo las antocianinas, que son pigmentos vegetales utilizados por la industria alimenticia y farmacéutica mundial (Sevilla).

Este grano desde épocas de la colonia se cultiva en varias zonas del país, su uso está principalmente destinado a la elaboración de refrescos como la chicha morada y postres como la mazamorra morada ambos de vasta tradición (Zúñiga Sánchez).

En los valles interandinos de la sierra peruana entre los 2000 a 3000 msnm, el maíz amiláceo morado de la raza Kculli adquiere especial importancia para los agricultores maiceros por constituir su producción una actividad rentable. Las propiedades nutracéuticas y antioxidante del maíz morado hace que tenga mercado creciente, por lo cual ha sido considerado en los planes del Programa Sierra Exportadora; en nuestro país los mayores consumidores de este producto son los pobladores de la costa, sobre todo de Lima.

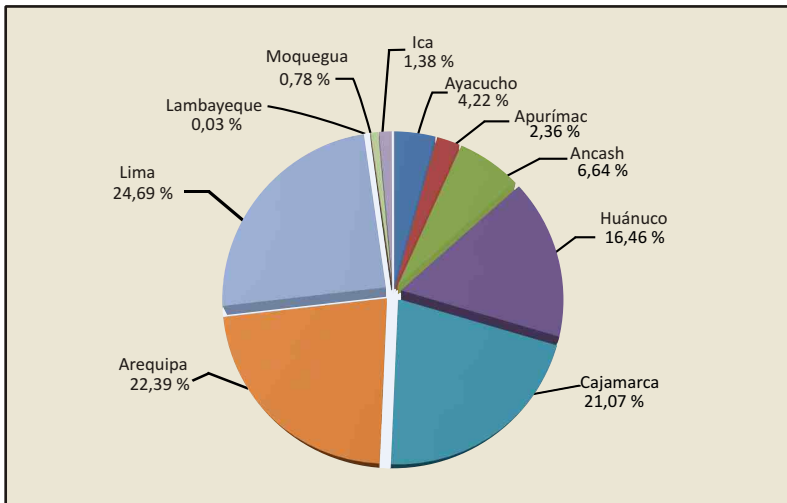
Sin embargo en los valles interandinos muchos factores (bióticos y abióticos) limitan la producción, la mayoría de ellos pueden ser controlados eliminando sus causas. Es necesario mejorar la tecnología de este cultivo para alcanzar niveles óptimos mediante el uso racional de los recursos agrícolas e implementando prácticas agronómicas adecuadas. En tal sentido esta publicación **Manejo Agronómico del Cultivo de Maíz Morado en los Valles Interandinos del Perú**, dirigido a los productores de maíz morado, técnicos y profesionales tiene por finalidad dar a conocer la situación del cultivo, sus bondades y sobre todo las técnicas de manejo agronómico que permitan incrementar el área de siembra, mejorar la producción y productividad, para su comercialización en el mercado local, nacional y de exportación.

## 2. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ MORADO

### 2.1 Estadísticas del cultivo

El Perú es el único país que realiza siembras comerciales de maíz morado, sin embargo el Ministerio de Agricultura no registra al maíz morado por lo que no se hallan estadísticas oficiales sobre la producción, áreas de siembra, rendimiento y comercialización. La Dirección General de Competitividad Agraria del Ministerio de Agricultura, señala que las regiones que tienen mayor producción de maíz morado son: Lima con 24,69 %, Arequipa con 22,39 %, Cajamarca con 21,07 % y Huánuco con 16,46 % (gráfico 1).

**Gráfico 1.** Principales regiones productoras de maíz morado.



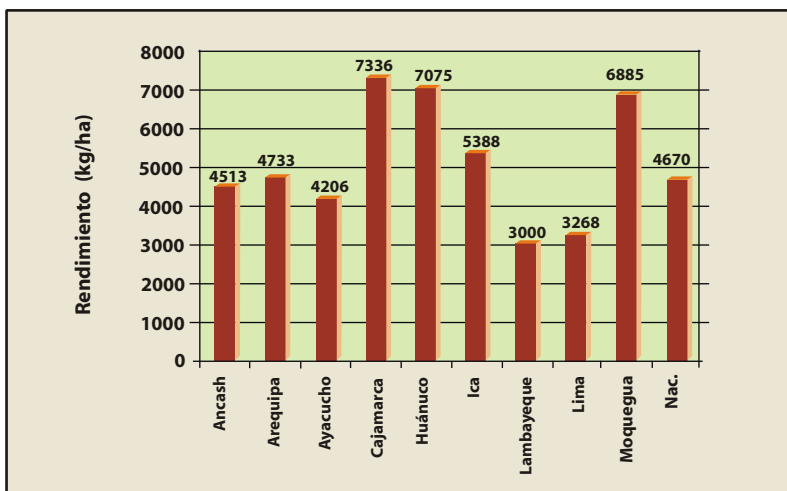
Fuente : Ministerio de Agricultura

Pozo G., al referirse al rendimiento del maíz morado por regiones del Perú, presenta datos de rendimiento de los años 2005, 2006 y 2007; al promediar estos datos los rendimientos por regiones varían de 3 000 kg/ha en Lambayeque a 7 336 kg/ha en Cajamarca con



promedio nacional de 4 670 kg/ha (gráfico 2). Sobre el área de siembra de maíz morado no existen datos oficiales. Tenorio M. menciona que se estiman en 5 000 a 6 000 hectáreas sembradas a nivel nacional con rendimientos que varían de 3 a 6 t/ha. La Dirección General de Competitividad Agraria relata que el área de siembra a nivel nacional es de 3 938 hectáreas con rendimiento promedio de 4 675 kg/ha.

**Gráfico 2.** Rendimiento por regiones productoras de maíz morado.



La comercialización en el mercado nacional se realiza en mazorcas, no se tiene mayor información sobre la cantidad del consumo; el precio de venta en mazorca por kilo fluctúa anualmente de 0,80 a 1,00 nuevos soles. Las exportaciones de maíz morado y sus derivados se encuentran concentradas según datos de ADUANAS, en dos países: del total en el 2007 Estados Unidos con el 64,84 % y Japón con el 31,35 %; son países de las mayores economías en el mundo y que concentran gran cantidad de residentes peruanos. La forma de presentación para el mercado de exportación son en mazorcas enteras, en granos, coronta o tusa, coronta molida y en extracto de maíz morado.

### **3. IMPORTANCIA DEL MAÍZ MORADO**

El maíz morado adquiere especial importancia por sus propiedades nutricionales, razón por la cual se utiliza como colorante en la industria de alimentos y bebidas; asimismo por sus cualidades medicinales es utilizado en la industria farmacéutica. De igual forma es generador de mejores ingresos económicos para los agricultores de los valles interandinos de la sierra peruana.

El Perú es el único país que produce maíz morado para su comercialización en el mercado de exportación.

#### **3.1 Propiedades alimenticias**

Las formas más frecuentes de consumo del maíz morado son en chicha y mazamorra morada. Sin embargo en algunas zonas productoras de este maíz se consume en tamales y humitas de coloración morada. En Ayacucho se ha preparado jora de maíz morado y con ella se ha elaborado chicha de jora de coloración similar al vino y en prueba de degustación fue aprobada como una bebida de buen sabor.

El maíz morado tiene mayor cantidad de proteína que los maíces blancos. El análisis bromatológico de la variedad INIA 615 - Negro Canaán reporta 9,26 % de proteína en el grano y 4,37 % en la tusa (cuadro 1). Asimismo presenta alta cantidad de carbohidratos en el grano y en la tusa con 65,01 % y 62,39 % respectivamente. El grano del maíz morado se está utilizando en la preparación de alimentos balanceados para animales de granja (porcinos, vacunos, cuyes etc.). El Proyecto UE-PERU/PENX, menciona mas que poseer propiedades alimenticias contiene compuestos que combaten enfermedades degenerativas que afectan el organismo humano, creando efectos a favor de la salud y el bienestar lo cual hace que sea reconocido como un gran antioxidante.

**Cuadro 1:** Análisis bromatológico de grano y tusa de maíz morado INIA 615 – Negro Canaán.

Componentes	Resultados	
	Grano	Tusa
Humedad	1,673 %	2,33 %
Proteínas totales	9,26 Nx615 %	4,375 Nx615 %
Extracto etéreo	22,18 %	30,55 %
Carbohidratos totales	65,011 %	62,395 %
Cenizas totales	1,886 %	0,35 %
Energía	496,704 kcal/100 g	694,53 kcal/100 g
Análisis sensorial: color, sabor	sui géneris	sui géneris
Sustancias extrañas	Negativo	Negativo

### 3.2 Propiedades medicinales

Recientes estudios clínicos, publicados en la Revista Biophysical Research Communications, han demostrado entre otras cualidades, que nuestro maíz morado, podría ser un buen aliado en la lucha contra la diabetes, la obesidad y otras enfermedades igualmente importantes, las que se mencionan a continuación:

- Su contenido de antocianina es un poderoso antioxidante natural que ayuda en la prevención del temido cáncer.
- Reduce el riesgo de desarrollar cierto tipo de cáncer, tales como del colon y recto.
- Su alto poder antioxidante retarda el proceso del envejecimiento celular.
- Disminuye los riesgos de ataque al corazón.
- Disminuye los niveles de colesterol malo (LDL).

- Favorece la buena circulación sanguínea.
- Regula la presión arterial, recomendado para personas que sufren de presión arterial alta.
- Desintoxica el cuerpo y protege de otras enfermedades degenerativas como la arterioesclerosis, diabetes, artritis y cataratas.
- Previene la obesidad evitando la ganancia de peso.
- Estimula la acción diurética.

#### **4. VARIEDADES DE MAÍZ MORADO**

- Morado canteño, para siembra en sierra media su floración femenina ocurre de 110 a 125 días después de la siembra.
- Morado PVM – 581, para siembra en sierra media presenta floración femenina de 95 a 105 días después de la siembra.
- Morado PVM – 582, para siembra en costa central, su floración femenina ocurre de 55 a 60 días después de la siembra
- Morado Arequipeño, para siembra en sierra media.
- Negro de Junín, para siembra en sierra central.
- Morado INIA 601, para siembra en sierra media, su floración femenina ocurre de 90 a 105 días después de la siembra.
- Morado INIA 615 -Negro Canaán, para siembra en sierra media su floración femenina ocurre de 84 a 93 días después de la siembra.

## 5. MANEJO AGRONÓMICO DEL MAÍZ MORADO

### 5.1 Época de siembra

En los valles interandinos de la sierra, el maíz morado se puede sembrar entre 2000 y 2800 msnm. Las épocas más apropiadas son: en campaña chica, si se cuenta con agua de riego, en el mes de julio; y en campaña grande de octubre a noviembre. Para garantizar buena producción se debe utilizar semilla mejorada, que garantice su pureza varietal. En la sierra se encuentra muy difundida la variedad morado Canteño, morado PVM 581 y en los últimos años se ha introducido el maíz morado INIA 601 liberado en la EEA Baños del Inca de Cajamarca y el morado INIA 615-Negro Canaán liberado en la EEA Canaán-Ayacucho, ambos para condiciones de valles interandinos de la sierra peruana.

### 5.2 Densidad de siembra

La densidad de siembra es de mucha importancia en la producción de maíz morado, conviene tener una adecuada población de plantas para cosechar mayor número de mazorcas; en alta densidad el distanciamiento de siembra entre surcos es de 0,80 m y entre golpes de 0,50 m con 3 semillas por golpe para tener una población hasta de 75 000 plantas/ha. La cantidad de semilla requerida es de 35 kg/ha a 40 kg/ha, que deben estar protegidas contra los gusanos de tierra (*Agrotis ipsilon*) causante de la muerte de plántulas y contra hongos que causan pudrición de semillas.

### 5.3 Abonamiento

El abonamiento se realiza con la finalidad de devolver la fertilidad que ha perdido la tierra en la siembra anterior. La cantidad de fertilizante

necesario depende de la fertilidad natural del suelo, también depende del potencial de rendimiento de la variedad de maíz.

En general se recomienda a los agricultores la incorporación de guano de corral y una fórmula promedio de 120-80-60 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente. El primer abonamiento se realiza en el momento de la siembra aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio. El segundo abonamiento nitrogenado se realiza al momento del aporque, cuando la planta se encuentra en estado de 8 a 10 hojas extendidas, en los valles interandinos esto ocurre a los 30 a 40 días después de la siembra.

#### **5.4 Control de malezas**

Es fundamental evitar la competencia de malezas especialmente en los primeros 40 días de crecimiento para evitar pérdidas por competencia de nutrientes, luz, espacio y además porque las malezas son hospederas de plagas y enfermedades. El control de malezas se realiza en forma manual usando lampas o azadones. También se controla malezas de hoja ancha aplicando herbicidas en base a atrazina usando de 1,5 a 2,0 kg/ha. Se recomienda la aplicación de herbicida cuando las malezas tengan de 2 a 4 hojas verdaderas y cuando el suelo se encuentre con humedad en capacidad de campo.

#### **5.5 Aporque**

El aporque se realiza cuando las plantas tengan de 8 a 10 hojas extendidas, con altura de 50 a 60 cm (foto 1), esta actividad nos permite incorporar el segundo abonamiento nitrogenado, eliminación de malezas y permite también la oxigenación del suelo próximo a las raíces que favorece mejor absorción de los nutrientes y protege la raíz adventicia de soporte, evitando el acame de plantas. Se realiza

en forma manual usando azadones, también se realiza utilizando tracción animal (yunta) y maquinaria agrícola.



Foto 1. Aporque del maíz morado.

## 5.6 Riego

La presencia de sequías en los valles interandinos nos obliga a complementar con riegos en los momentos críticos: durante el establecimiento del cultivo (se consigue de antemano con el riego de machaco antes de la preparación del terreno), antes del aporque, en la etapa de floración y llenado de grano.

## 5.7 Control de plagas del maíz morado

Las plagas más importantes en el cultivo de maíz morado en los valles interandinos son:

### 5.7.1 Gusano de tierra o cortador (*Agrotis ipsilon*)

El adulto de *Agrotis ipsilon*, es una mariposa generalmente de color marrón oscuro, con el primer par de alas de coloración clara

(foto 2). Las larvas desarrolladas miden cerca de 4 cm son robustas, cilíndricas, lisas y de coloración variable, generalmente ceniza oscura; cuando se le toca se enrolla tomando la forma de una rosca de allí su nombre gusano rosca (foto 3).

La práctica cultural de riego de machaco, permite el ahogamiento de las larvas antes de la preparación del suelo; la rotación de cultivos es otra práctica que permite disminuir la población de estos insectos. La aplicación de cebos envenenados al pie de la planta preparados en base afrechillo, melaza Carbaryl controla el ataque de los gusanos.



**Foto 2.** Adulto de *Agrotis ipsilon*.



**Foto 3.** Larva enrollada de *Agrotis ipsilon*.



### 5.7.2 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Las larvas causan daños foliares, las larvas de los primeros estadios producen raspado de hojas y cuando alcanzan mayor tamaño estos producen perforaciones y pueden causar muerte de plantas cuando daña el punto de crecimiento. Se controla mediante la aplicación de Dípterex 2,5 G a razón de 10 kg/ha, aplicación de cipermetrinas a razón de 150 a 200 ml por cilindro de 200 litros de agua, cuando las larvas están raspando las hojas. En estudio preliminar se ha observado que la aplicación de extracto de tarwi produce mortalidad de larvas de primeros estadios. Esta tecnología será comprobada y demostrada para su difusión a los pequeños agricultores.



**Foto 4.** Larva de *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero del maíz).



**Foto 5.** Daños del gusano cogollero en hojas de maíz morado.

### 5.7.3 Gusano mazorquero (*Heliothis zea* = *Helicoverpa zea*)

El insecto adulto es una mariposa de hábitos nocturnos, sus alas anteriores son de coloración parda amarillenta (foto 6), cuando se extienden mide hasta 4 cm. Las hembras ponen sus huevos en los estilos-estigmas (pelos) de la flor femenina de la mazorca. Cada hembra pone en promedio mil huevos durante su vida los cuales eclosionan de 4 a 6 días; los primeros 3 a 4 días las larvas se alimentan de los pelos de la mazorca y luego penetran a la mazorca y atacan a los granos en formación. El control recomendado por el INIA, es la aplicación de 3 gotas de aceite de consumo humano en la parte apical de la mazorca cuando se observan posturas o larvas del primer estadio en el 10% de plantas. La cantidad necesaria de aceite es de 6 litros/ha, aplicando 2 litros en el primer tercio de floración, 2 litros en el segundo tercio de floración y 2 litros en el último tercio de floración.

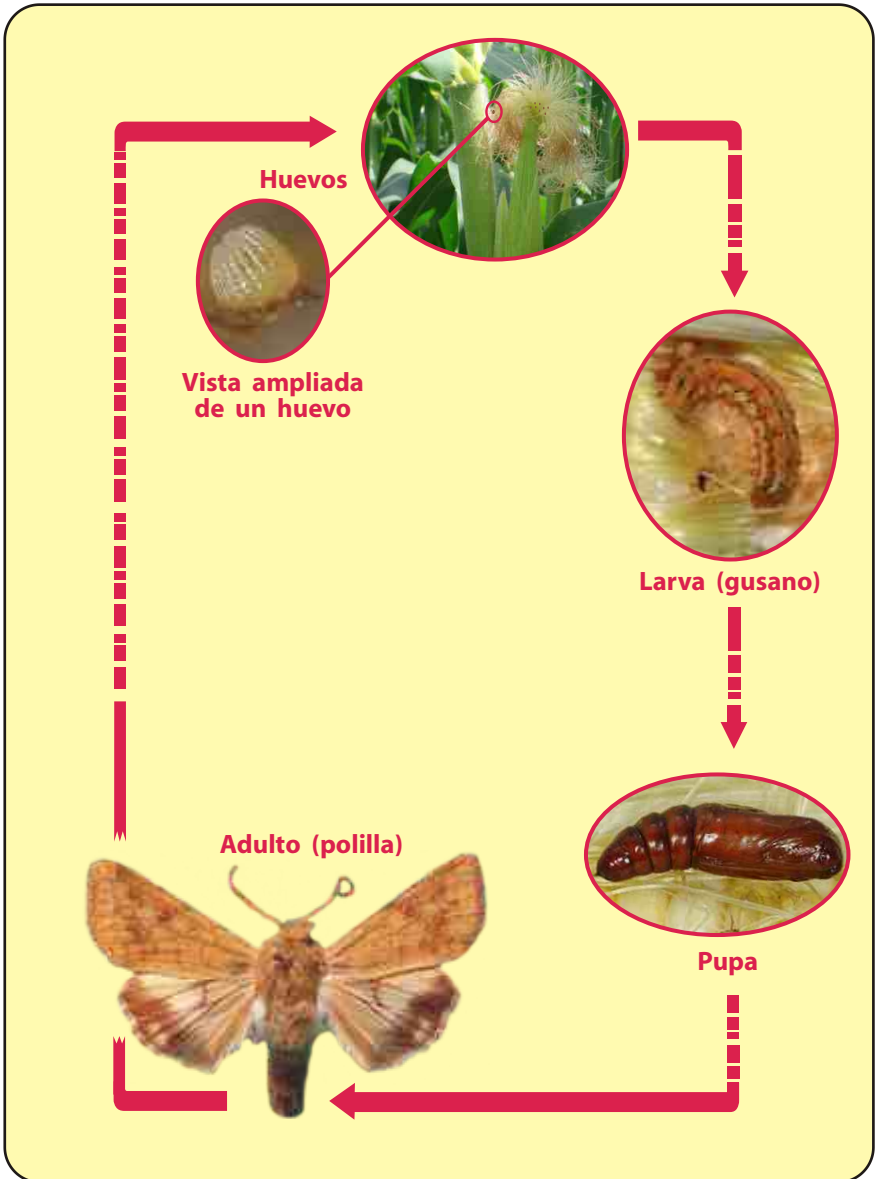


Foto 6. Adulto de *Heliothis zea*.



Foto 7. Larva de *Heliothis zea* causando daño en la mazorca del maíz.

**Gráfico 3.** Etapas de desarrollo del gusano mazorquero



#### 5.7.4 Gusano de carne (*Euxesta sp*)

El adulto es una mosquita pequeña con franjas negras en sus alas transparentes, denominada en algunos lugares mosca cebra, es una plaga importante para el maíz amiláceo, su ataque lo realiza en forma independiente o junto con el gusano mazorquero. Las hembras ponen sus huevos en grupos y en aquellas mazorcas que tienen las barbas algo secas, es decir un poco más tarde que la del gusano mazorquero, después de 6 días de la postura de cada huevo sale una larva o gusano de 6 mm de color crema sucio, no tiene patas se puede encontrar muchas larvas por mazorca. Las larvas se alimentan de los granos lechosos, siendo este daño no muy perjudicial. Pero su acción favorece la presencia de hongos como *Fusarium* y *Diplodia*, que suelen provocar grandes pudriciones de la mazorca. Una forma de control sencilla y barata para estos gusanos es el **uso de aceite de consumo humano**. Si se controló el gusano de la mazorca con aceite, la mosca cebra *Euxesta sp*, (foto 8) ya no pone sus huevos en los pelos de la mazorca.



Foto 8. Insectos adultos de *Euxesta sp*.

### 5.7.5 Gorgojos y polillas de almacén

Los gorgojos *Sitophilus orizae*, *Pagiocerus frontalis* y la polilla *Sitotroga cerealella* se controlan mediante la aplicación de Phostoxin utilizando 3 pastillas por tonelada de mazorcas y Gastión, 2 pastillas por tonelada de mazorcas.

## 5.8 Control de enfermedades del maíz morado

Las enfermedades de importancia en el cultivo de maíz morado son:

### 5.8.1 Carbón del maíz (*Ustilago maydis*)

La mejor práctica para disminuir su incidencia es sacar las mazorcas con agallas en estado verde para enterrarlas junto con guano de corral para compost. También la rotación de cultivos es una práctica que permite disminuir la incidencia de esta enfermedad.

### 5.8.2 Pudrición de mazorcas

Es producida por hongos (*Fusarium moniliforme*, *Fusarium tursicum* y *Diplodia maydis*). El control de gusanos de la mazorca impiden el ingreso de hongos y el uso de variedades tolerantes con buena cobertura de mazorcas son las mejores alternativas de control.

### 5.8.3 Achaparramiento (Puka poncho)

Síntomas típicos en caso de espiroplasma son la presencia de franjas blanquecinas en la base de las hojas próximas a la inserción con el tallo, que se prolongan hacia el ápice. En general las plantas presentan entrenudos cortos, presencia de enanismo de plantas y no producen granos si la infección ocurre antes de la floración, cuando hay producción de granos su llenado es sumamente perjudicado, las mazorcas presentan

granos flojos, pequeños, descoloridos o manchados. En caso de fitoplasma los síntomas foliares típicos son enrojecimiento de los márgenes de las hojas pudiendo más adelante cubrir toda su extensión, otros síntomas son la proliferación de mazorcas, enanismo, el tamaño de mazorcas y el llenado de granos es perjudicado.

Para el control de esta enfermedad causada por *fitoplasmas* y *espiroplasmas* (foto 9), es el uso de variedades tolerantes y la siembra temprana son las mejores alternativas para garantizar mejor producción de mazorcas. En los valles interandinos de la sierra, a partir del mes de noviembre se eleva la temperatura ambiental lo cual condiciona un rápido incremento de la población del insecto vector *Dalbulus maidis* conocido como cigarrita (foto 10); también la elevación de la temperatura favorece el desarrollo de la enfermedad en la planta infectada. Las variedades mejoradas de maíz morado se muestran tolerantes a la enfermedad.



**Foto 9.** Plantas de maíz con daño de *espiroplasma*.



**Foto 10.** Adulto de *Dalbulus maidis* (cigarrita) en hojas de maíz

## 5.9 Cosecha

La cosecha del maíz morado debe ser oportuna cuando los granos se encuentren en estado de madurez fisiológica, a partir de este estado los granos están expuestos a la pérdida de calidad por infestación de *Pagiocerus frontalis*. Asimismo la presencia de lluvias en esta etapa produce germinación de granos y pudrición de mazorcas.

## 5.10 Secado

Antes de llevar las mazorcas al tendal o secadero (foto 11) se debe separar las mazorcas con pudrición para evitar mayores daños por infección de hongos. El secado debe ser rápido, no se recomienda mantener las mazorcas en el tendal a pleno sol por mucho tiempo porque se produce pérdida de pigmentación de la tusa que contiene mayor cantidad de antocianina, principal materia prima del maíz morado.



Foto 11. Secadero de maíz morado.

### **5.11 Almacenamiento**

Cuando los granos de la mazorca están por debajo de 14 % de humedad se realiza la comercialización o el almacenamiento. En el almacén se debe tener mucho cuidado en la aplicación de insecticidas para el control de plagas porque las mazorcas van a ser usadas en la elaboración de productos de consumo humano. Los almacenes deben tener buena ventilación, con baja temperatura en promedio 10°C y de 50% a 60% de humedad relativa y deben estar protegidos de roedores.

Como ya se mencionó en el capítulo de control de plagas, se debe usar 3 ó 2 pastillas de Phostoxin o Gastión respectivamente, por tonelada de mazorca almacenada, para que el control sea efectivo el producto almacenado se debe cubrir con mantas plásticas de modo que el gas fumigante penetre a los granos que pudieran estar infestados por gorgojos y polillas de almacén.

### **5.12 Comercialización**

El maíz morado es valorizado por la presencia de pigmentos (antocianina) en la tusa, las mazorcas con tusa de color morado intenso son preferidas por los intermediarios y en el mercado. Para que los agricultores puedan tener mejores ingresos y sean sostenibles, como producto para el mercado de exportación, deben presentarse en forma adecuada:

- Maíz morado en mazorcas, seco de 12 % a 14 % de humedad, libre de enfermedades, limpio y debidamente envasado.
- Coronta o tusa de maíz morado, con 12 % a 14 % de humedad, limpio, sano y debidamente envasado. El rendimiento de tusa dependiendo de las variedades representa el 16 % al 20 % del



rendimiento de mazorcas, utilizando semilla mejorada y buen manejo agronómico se obtiene de 1 200 a 1 600 kg/ha de coronta o tusa. El precio de tusa en el mercado de exportación, en 2006 estuvo en promedio a 3,24 de dólar por kilo, lo que significa que se debe obtener ingresos de 3 500 a 5 000 dólares por hectárea por venta de coronta de maíz morado.

- Coronta molida es otra forma de presentación que los agricultores deben implementar en forma organizada para obtener mejores ingresos económicos.