



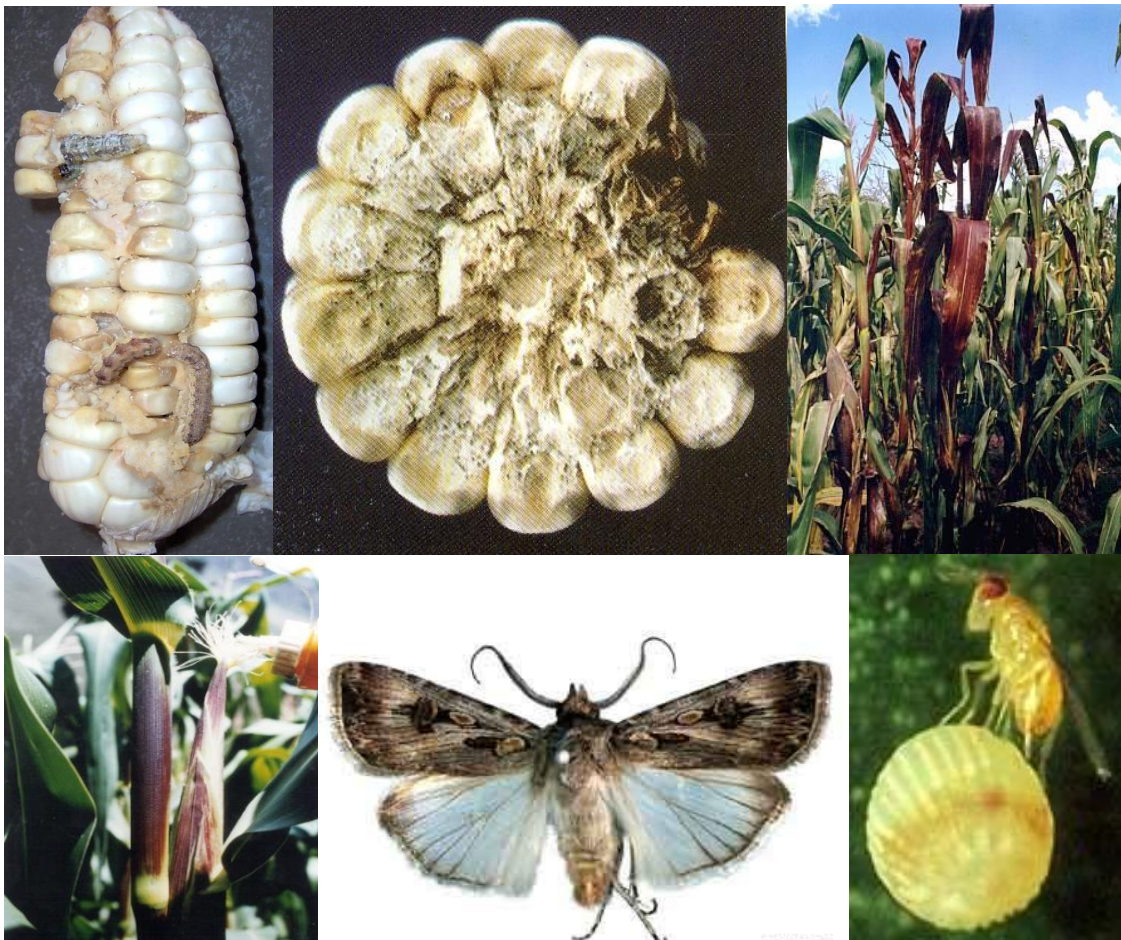
PERÚ

Ministerio
de Agricultura

Instituto Nacional
de Innovación Agraria



MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO Y DE LAS PLAGAS DEL MAÍZ



MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO Y DE LAS PLAGAS DEL MAÍZ

I.- Introducción

II.- Plaga

III.- Niveles de daños económicos y umbrales económicos de las diferentes plagas

IV.- Manejo integrado de plagas (MIP).

4.1. Cómo funciona el MIP

4.1.1. Un programa MIP se basa en seis componentes

4.1.2. Lo que debemos saber y conocer

4.1.3. Control de plagas

V.- Manejo integrado de plagas en el cultivo de maíz

5.1. Métodos de control

5.2. Consideraciones en campo y post cosecha

5.2.1. Época de Siembra

5.2.2. Uso de semilla de calidad

5.2.3. Tratamiento de la semilla

5.2.4. Preparación del suelo para la siembra

5.2.5. Siembra

5.2.6. Cantidad de plantas por hectárea

5.2.7. Abonamiento y fertilización

5.2.8. Aporque

5.2.9. Requerimiento de agua

5.2.10. Control de malezas

5.2.11. Época y método de cosecha

5.2.12. Selección, Secado y Desgrane de mazorcas

5.2.13. Almacenamiento de la cosecha

5.2.14. Comercialización de semillas

VI.- Principales plagas (insectos plaga y enfermedades) y su control integrado

6.1. Insectos Plaga del suelo

6.2. Insectos Plaga de la Planta

6.3. Insectos Plaga de Almacén

6.4. Principales enfermedades y su control integrado

VII.- Revisión de Literatura

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO Y DE LAS PLAGAS DEL MAÍZ

I.- Introducción

En el Perú, en el cultivo de maíz las pérdidas de cosechas y disminución de la productividad son variadas en las diferentes regiones del país en función al daño ocasionado por las diversas plagas en campo y post cosecha. En años normales fluctúan entre 10 y 20%, en años muy lluviosos se incrementan principalmente por la mayor incidencia de la pudrición de mazorcas, sobre todo en la sierra.

Normalmente, en ambientes favorables, las plagas proliferan cuando hay abundante alimento, y desafortunadamente, las medidas que se utilizan normalmente para aumentar la productividad de los cultivos (por ejemplo, el monocultivo de las variedades de alta producción, el cultivo múltiple mediante la reducción o eliminación de los suelos descansados, el uso de los fertilizantes, etc.) crean un ambiente favorable para las plagas. Por eso, en cualquier agro sistema efectivo, se requiere el manejo inteligente de los problemas de las plagas.

II.- Plaga.- En el contexto de la agricultura, se considerará plaga a cualquier animal, microorganismo, planta, entre otros, que ocasione un directo efecto negativo contra la producción agrícola. El nuevo concepto de plaga, incluye a todos los organismos bióticos dañinos para la plantas y productos vegetales que se pueden agrupar en animales superiores (insectos, ácaros, nemátodos, aves y roedores); microorganismos (viroides, virus, micoplasmas, bacterias y hongos) y plantas superiores (malezas), que anteriormente se clasificaban como plagas (animales superiores); enfermedades (daños o trastornos causados por microorganismos patógenos) y malezas.

Actualmente, la comunidad internacional acoge la definición siguiente para plaga: "Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales" [FAO 1990; revisado FAO, 1995; CIPF, 1997] [CAN, 1997].

Una **enfermedad**, en términos generales, es un proceso y, también, el estatus consecuente de afección de un ser vivo, caracterizado por una alteración perjudicial de su estado de salud. El estado o proceso de enfermedad puede ser provocado por diversos factores tanto intrínsecos como extrínsecos al organismo enfermo.

III.- Niveles de daños económicos y umbrales económicos de las diferentes plagas

Nivel de daño económico (NDE).- Es la densidad poblacional de las plagas, donde el valor del rendimiento salvado cubre exactamente los gastos del control; si la densidad de la plaga es menor, no es rentable implementar el control.

Umbral económico (UE).- Es la densidad poblacional de la plaga donde el productor debe iniciar la acción del control para evitar que la población sobrepase el nivel de daño económico en el futuro. Esto es difícil de estimar, porque depende de la dinámica poblacional de la plaga.

Diferencia entre el nivel de daño económico (NDE) y umbral económico (UE).- El nivel de daño económico sirve para evitar la disminución de las ganancias del cultivo y el umbral económico para evitar que se llegue al nivel de daño económico (preventivo).

Nivel de decisión para el manejo de las plagas cuando están ocasionando pérdidas económicas en el cultivo (nivel crítico).- Es la densidad poblacional con la cual se deben iniciar las actividades de control poblacional de plagas, ya que los costos de control son iguales al valor del rendimiento rescatado. Por debajo de este nivel, no es económico aplicarlo ya que se gasta más de lo que se recupera en rendimiento adicional. Arriba de esta densidad se gana, ya que la inversión es menor que el valor del aumento en el rendimiento. Ejemplo: El valor del control en la compra y aplicación de plaguicidas es de ciento cincuenta nuevos soles (S/.150.00) por hectárea y las reducciones ocasionadas por las plagas son superiores a ésta (S/.250.00), sin control.

Esto puede variar, en períodos susceptibles, son bajos, y suben en períodos resistentes; también varían en diferentes regiones por el valor del cultivo, variedades y factores ecológicos.

Análisis de los resultados en base a muestreos.- Se hacen en base a los muestreos realizados en el campo, los que dan los datos para determinar si una plaga ha alcanzado el nivel crítico y así determinar el tipo de medidas de control a aplicar, para evitar la reducción en las ganancias del cultivo.

Nivel de decisión con patrones establecidos.- Después de muchas investigaciones se ha logrado determinar el nivel de decisión para el manejo de algunos insectos plaga en el cultivo de maíz de alta importancia económica. A continuación se presenta el siguiente cuadro relacionado a este tema:

CULTIVO	ETAPA FENOLÓGICA	MUESTREO	PLAGA	NIVEL DE DECISIÓN
MAIZ	Germinación a 8 hojas	Revisar 10 plantas / sitio	Nº de plantas con cortador (<i>Agrotis spp.</i>)	6 plantas cortadas / muestreo
			Nº de plantas con huevo o larvas de barrenador (<i>Diatraea saccharalis</i>)	20 huevos o larvas / muestreo
			Nº de plantas con cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	10 para semilla, 15 para granos y 30 para ensilaje
			Número de larvas de gusano picador (<i>Elasmopalpus lignosellus</i>)	5 larvas / muestreo
	8 hojas a floración	Revisar 10 plantas / sitio	Nº de plantas con cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	20 para semilla / 30 para granos
			Nº de larvas de falso medidor (<i>Mocis latipes</i>)	40 para ensilaje / 50 larvas / muestreo
			Nº de plantas con huevo o larvas de barrenador (<i>Diatraea saccharalis</i>)	20 huevos o larvas / muestreo
Fructificación a maduración	Revisar 20 panojas	Nº de chinches hediondos (<i>Nezara viridula</i>)	400 adultos / muestreo	

		o 20 mazorcas / sitio	Maíz: N° de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> y <i>Helicoverpa zea</i>	20 larvas / muestreo
--	--	-----------------------	---	----------------------

IV.- Manejo integrado de plagas (MIP).

En agricultura se entiende como **MIP** o **control integrado de plagas** a una estrategia que usa diversos métodos complementarios: físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales para el control de plagas. Estos métodos se aplican en tres etapas: prevención, observación y aplicación. Es un método ecológico que aspira a reducir o eliminar el uso de plaguicidas y de minimizar el impacto al medio ambiente. Se habla también de manejo ecológico de plagas (MEP) y de manejo natural de plagas. Es un sistema multidisciplinario que incluye expertos en entomología, patología vegetal, nematodos y malezas. Los entomólogos Perry Adkisson y Ray F. Smith recibieron el premio World Food Prize en 1997 por su trabajo de difusión y de liderazgo en difundir el manejo integrado de plagas.

4.1. Cómo funciona el MIP

MIP puede ser un régimen simple o complicado. Originalmente el principal foco de los programas MIP eran las plagas de la agricultura. Por extensión los programas MIP también se aplican a enfermedades, malezas y otras pestes que interfieren con el manejo de agricultura, jardinería, territorios silvestres, etc.

El MIP es una combinación de sentido común y principios científicos. Es una manera de pensar sobre el manejo de plagas que valora:

- El uso del conocimiento sobre los hábitos, el ciclo de vida, las necesidades y aversiones de la plaga.
- El uso de los métodos menos tóxicos en primer lugar, hasta incluyendo los pesticidas.
- El seguimiento de la actividad de la plaga y ajuste de los métodos con el tiempo.
- Tolerar plagas inofensivas, y
- El establecimiento de un umbral para decidir cuándo es el momento de actuar.

4.1.1. Un programa MIP se basa en seis componentes:

Niveles aceptables de plagas. El énfasis está en “control” no en “erradicación”. El MIP mantiene que la erradicación completa de una plaga es un tanto imposible y que intentarlo puede ser sumamente costoso, insalubre y en general irrealizable. Es mejor decidir cuál es el nivel tolerable de una plaga y aplicar controles cuando se excede ese nivel (umbral de acción).

Prácticas preventivas de cultivo. La primera línea de defensa es seleccionar las variedades más apropiadas para las condiciones locales de cultivo y mantenerlas sanas, junto con cuarentenas y otras ‘técnicas de cultivo’ tales como medidas sanitarias (ejemplo: eliminar plantas enfermas para evitar la propagación de la enfermedad).

Muestreo. La vigilancia o monitoreo constante es el pilar del MIP. Se usan sistemas de muestreo de niveles de plagas, tales como observación visual, trampas de esporas o

insectos y otras. Es fundamental llevar cuenta de todo así como conocer el comportamiento y ciclo reproductivo de las plagas. El desarrollo de los insectos depende de la temperatura ambiental porque son animales de sangre fría. Los ciclos vitales de muchos insectos dependen de las temperaturas diarias.

Controles mecánicos. Si una plaga llega a un nivel inaceptable, los métodos mecánicos son la primera opción. Simplemente cogerlos manualmente o poner barreras o trampas, usar aspiradoras y arar para interrumpir su reproducción.

Controles biológicos. Los procesos y materiales biológicos pueden proveer control con un impacto ambiental mínimo y a menudo a bajo costo. Lo importante aquí es promover los insectos benéficos que atacan a los insectos plaga. Pueden ser microorganismos, hongos, nematodos e insectos parasíticos y depredadores.

Controles químicos. Se usan pesticidas sintéticos solamente cuando es necesario y en la cantidad y momento adecuados para tener impacto en el ciclo vital de la plaga. Muchos de los insecticidas nuevos son derivados de sustancias naturales vegetales (por ejemplo: nicotina, piretro y análogos de hormonas juveniles de insectos). También se están evaluando técnicas ecológicas de herbicidas y pesticidas con base biológica.

MIP se puede aplicar a todos los tipos de agricultura e incluso a la jardinería. Es el tratamiento ideal para los cultivos orgánicos y se basa en conocimiento, experiencia, observación e integración de técnicas múltiples y que no usa opciones químicas sintéticas. En agricultura de gran escala MIP puede reducir la exposición de los seres humanos a productos químicos con potencial tóxico y puede llegar a bajar los costos.

El manejo integrado de plagas, es un proceso proactivo, completo y efectivo, que asegura el control total del problema a través de una cuidadosa selección de recursos adaptados a características específicas.

Podemos observar el proceso representado gráficamente por una pirámide, en la cual encontramos los siguientes pasos:



4.1.2. Lo que debemos saber y conocer:

Identificación de la plaga.

Los casos de identificación errónea pueden resultar en acciones inútiles. Si el daño a una planta debido a exceso de riego se interpreta erróneamente como causado por hongos, se aplicarían fungicidas inútiles y la planta moriría de todos modos.

Conocimiento del ciclo vital de la plaga y de sus parásitos

Cuando uno ve una plaga puede ser demasiado tarde y la única opción sería recurrir a aplicar pesticidas, por cual es importante el monitoreo de presencia de plagas y conocer su ciclo vital. Por ejemplo, las malezas que se reproducen a partir de semillas del año anterior podrían prevenirse con el uso de cobertura vegetal. También el conocimiento de las necesidades de las plagas y eliminación de éstos puede servir para eliminarlas.

Muestreo de sectores del cultivo para evaluar la población de una plaga.

Las medidas preventivas se deben tomar en el momento adecuado para que sean efectivas. Por eso una vez identificada una plaga se debe monitorear antes que se convierta en un problema. Lo que hay que observar incluye:

Presencia / ausencia

Distribución - ¿en todas partes del campo o localizada?

Número - ¿aumento o disminución?

Elección de una combinación apropiada de técnicas de control.

Para cada situación se pueden considerar varias opciones. Estas opciones incluyen controles mecánicos, físicos, químicos, biológicos y culturales. Los controles mecánicos consisten en coleccionar los insectos manualmente o en usar redes u otros medios para excluir a plagas tales como aves o roedores. Los controles culturales incluyen mantener el lugar libre de las condiciones que favorecen a las plagas, por ejemplo usar cuidadosa limpieza en lugares de almacenaje o arrancar las plantas con señales de enfermedad para evitar la propagación de ésta.

Los controles biológicos pueden servir de apoyo por medio de conservación de los predadores naturales o por incremento de los mismos. El control por incremento incluye la introducción de predadores naturales, ya sea a nivel de inundación o de inoculación. El control por inundación busca inundar el local con una población alta del depredador de la plaga; mientras que la inoculación usa un número menor de predadores de la plaga para suplementar a una población ya existente. Los controles químicos incluyen aceites o la aplicación de pesticidas, ya sea insecticidas o herbicidas. Un programa de MIP usaría preferentemente pesticidas derivados de plantas o de otros materiales naturales.

4.1.3. Control de plagas

Cuando se trata de eliminar plagas en la agricultura y la opción es utilizar insecticidas, estos varían según su forma de actuar.

Estos insecticidas se clasifican por:

- **Contacto:** Actúa obstruyendo los estigmas traqueales del insecto.

- **Ingestión:** Produce envenenamiento en el sistema digestivo.
- **Sistemático:** Consiste en que la planta absorba el insecticida haciendo que cuando el animal se alimenta de esta muera.
- **Inhalación o asfixiantes:** Asfixia al insecto.
- **Atracción y repulsión:** Actúa atrayendo al insecto a probar la planta, una vez el insecto se encuentra en la misma esta causa que el insecto sienta asco y se aleje.

Debido a que estos insecticidas han causado una gran alarma por sus efectos medioambientales estos han tratado de ser sustituidos por insecticidas ecológicos para que sea menor el efecto negativo que tienen estos en el medioambiente.

V.- Manejo integrado de plagas en el cultivo de maíz

5.1. Métodos de control.- Una forma de prevenir el ataque de plagas (malezas, insectos, enfermedades, aves y otros) en el cultivo de maíz, es aplicando diferentes métodos de control, como:

- Control Cultural**, que comprende: Tiempo de campo libre; la adecuada preparación del suelo; la eliminación de rastrojos; la rotación de cultivos; el uso de barreras vivas; el adecuado manejo de los riegos; la eliminación oportuna de malezas; el uso de cultivos trampa, y la realización de los aporques.
- Control Biológico**, natural y diseminando, aplicando o liberando predadores, parásitos, antagonistas, entomopatógenos como hongos, bacterias, virus y nematodos.
- Control Etológico**, mediante el uso de trampas de luz, de feromonas, de trampas alimenticias y de trampas corrugadas.
- Control Mecánico – Físico**, por medio de la eliminación de plantas enfermas y de rastrojos; aplicación de riegos pesados para el control de gusanos del suelo; el recojo y destrucción de insectos.
- Control Genético**, utilizando cultivares resistentes a enfermedades, y el uso de semilla de buena calidad.
- Control Químico**, antes de recurrir al uso de agrotóxicos monitorear en el campo en forma constante las plagas (insectos, enfermedades, malezas, etc.); realizar aplicaciones de agroquímicos cuando lo amerite el caso; evitar aplicaciones con calendario; usar plaguicidas agrícolas o sustancias afines registrados ante el SENASA, en cultivos y dosis comerciales recomendadas en la etiqueta de los envases.

5.2. Consideraciones en campo y post cosecha.- En el marco de estos controles, para prevenir y controlar el ataque de plagas (malezas, insectos, enfermedades, aves y otros) en el cultivo de maíz, así como evitar el deterioro de las mazorcas y de los granos, se recomienda realizar todas las actividades en campo y post cosecha en forma oportuna y adecuada.

5.2.1. Época de Siembra

Realizar la siembra en la época adecuada, normalmente cuando las siembras se realizan antes o después se presenta el ataque de insectos y, de enfermedades. En la región Cusco, la época adecuada de siembra con riego para variedades de ciclo largo como las variedades Blanco Urubamba en las provincias de Calca y Urubamba, e INIA 618 – Blanco Quispicanchi, en la provincia de Quispicanchi es el mes de agosto y la primera quincena de setiembre; para las variedades de ciclo intermedio como INIA 613 - Amarillo Oro e INIA 607 – Ch'ecche Andenes y otras similares en ciclo, que se siembran con riego en valles por encima de los 3000 metros de altitud, es la primera quincena de setiembre; y para las variedades precoces (ciclo menor a 6 meses) cuya siembra depende solo de las lluvias la época adecuada en el mes de octubre y la primera semana de noviembre.

5.2.2. Uso de semilla de calidad

En lo posible utilizar semilla certificada que producen las instituciones como el INIA o los multiplicadores de semilla inscritos ante la Autoridad en Semillas; si es semilla propia, se recomienda utilizar semilla de buena calidad, libre de enfermedades, de tamaño uniforme procedente del tercio medio de las mejores mazorcas típicas de la variedad. La semilla de calidad tiene alto poder de germinación y sembrada a una misma profundidad tiene alto porcentaje de emergencia de plántulas vigorosas en forma uniforme, lo cual garantiza tener la densidad poblacional planificada y mayor tolerancia al ataque de plagas.



Fotos 1 y 2: Semilla de calidad de la variedad INIA 618 – Blanco Quispicanchi

Se recomienda que, en la campaña anterior, de acuerdo a la cantidad de semilla que se requerirá para la siguiente siembra, marcar con cintas de plástico, hilo grueso o rafia de colores azul o rojo las mejores plantas típicas (con altura de planta no mayor a 2 m, con buenas mazorcas ubicadas en la mitad de la altura de planta, que tengan buena cobertura y sanidad y no sean tardías) mínimo 100 plantas; cortarlas primero y hacer secar las plantas en lugar separado; al deshojar y cuando las mazorcas estén secas seleccionar las mejores mazorcas con hileras bien alineadas, de Blanco Urubamba, INIA 618 – Blanco Quispicanchi e INIA 613 - Amarillo Oro con 8 hileras, de INIA 607 – Ch'ecche Andenes con 12 a 16 hileras alineadas y con granos jaspeados medianos en anchura y profundos (largos) con textura suave, eliminando los granos de color gris.



Fotos 3 y 4: Marcar y seleccionar las mejores plantas y mazorcas típicas de la variedad para semilla

5.2.3. Tratamiento de la semilla.-

Para asegurar la cantidad de plantas planificada, si el suelo está libre de gusanos (larvas de insectos plaga) y si es un suelo con textura franco o franco arcilloso no es necesario tratar la semilla, pero si es un suelo arcilloso que retiene humedad, para evitar que la semilla se pudra por ataque de hongos debe tratarse con un fungicida en polvo en dosis recomendada en su envase; y en suelos con presencia de gusanos, para que estos no se alimenten del embrión de las semillas y de las plántulas hay que tratar la semilla con un insecticida en polvo específico en dosis recomendada en su envase, por lo menos una hora antes de la siembra.

Para realizar el tratamiento, sobre una manta plástica la semilla se extiende, luego asperjando agua se humedece ligeramente en forma uniforme, puede ser aplicada con una atomizadora manual, regadera o con un envase en cuya tapa se hacen varios orificios.

La persona que aplicará el fungicida o el insecticida, primero debe cubrirse la boca y nariz con una mascarilla o tela, sus manos con guantes de jebe o con bolsa de polietileno.

Luego, abriendo la bolsa del agroquímico aplicar el producto sobre la semilla en forma uniforme, en la cantidad indicada en la etiqueta del envase.

Con la ayuda de una herramienta manual mezclar la semilla con el producto hasta que todas las semillas queden “pintadas” con el producto en forma uniforme. Dejar orear la semilla extendida.



Foto 5: Tratamiento químico de la semilla contra enfermedades e insectos plaga

5.2.4. Preparación del suelo para la siembra

Si en un campo se siembra maíz cada año, después de la cosecha se debe hacer el barbecho del suelo para romper el ciclo biológicos de los patógenos que causan las enfermedades y de los insectos plaga, así dejar preparado hasta la época de siembra.

Para la siembra el suelo debe prepararse lo mejor posible, ya sea con el arado de palo (arado andino) halado por bueyes o con el arado y rastra tirado por el tractor.



Foto 6 y 7: Preparación del suelo con arado andino y maquinaria agrícola

5.2.5. Siembra

Para lograr una buena germinación de las semillas y emergencia uniforme de plántulas realizar la siembra en suelo adecuadamente preparado y con humedad suficiente (en capacidad de campo), distribuyendo la semilla tratada a una misma profundidad.



Fotos 8 y 9: Siembra tradicional manual y mecanizada de maíz

5.2.6. Cantidad de plantas por hectárea

La cantidad de plantas por hectárea es importante para tener buenas cosechas, para prevenir el ataque de insectos y enfermedades, la competencia con malezas, y evitar el tumbado de plantas; depende de la variedad, de la cantidad de nutrientes que tiene el suelo o que se va a aplicar. Para variedades que tienen plantas altas y mayor follaje con las

variedades Blanco Urubamba, INIA 618 – Blanco Quispicanchi, Chullpi y otras cuando se aplica poco abono o fertilizantes, la cantidad optima es de 50000 plantas/ha, y para variedades como INIA 613 – Amarillo Oro, INIA 607 – Ch'ecche Andenes y variedades similares con buena aplicación de abonos o fertilizantes es de 62 500 plantas/ha.



Fotos 10 y 11: Densidades poblacionales de 62 500 plantas/ha

5.2.7. Abonamiento y fertilización

La aplicación de abonos orgánicos y/o fertilizantes en cantidad suficiente y adecuadamente balanceados harán que las plantas tengan buen crecimiento y desarrollo, toleren o resistan el ataque de enfermedades, no se tumben y tengan menor competencia por nutrientes con las malezas. Para calcular la cantidad de nutrientes y micronutrientes que se aplicará por hectárea, se recomienda realizar el análisis del suelo, cuyos resultados indicará que nutrientes y en qué cantidades disponible tiene el suelo.

Se puede producir maíz aplicando solo abonos orgánicos, ejemplo, aplicando de 8 a 10 t/ha de guano de corral adecuadamente descompuesto.



Fotos 12 y 13: Aplicación manual de abono orgánico en la siembra y fertilizante en el aporque

5.2.8. Aporque

Los aporques bien hechos, eliminan las malezas y dan buen anclaje a las plantas, con ello evitar el tumbado de plantas que al final ocasiona pudrición de mazorcas en contacto con la humedad el suelo. En zonas con vientos de poca intensidad, en variedades que tienen plantas medianas con altura menor a 2 m, se puede realizar un sólo aporque, y en zonas con fuertes vientos, cultivo bajo riego y plantas altas con más de 2 m se debe realizar dos

buenos aporques, el primero cuando las plantas tengan entre 30 y 35 cm (alrededor de los 60 días después de la siembra) y el segundo 20 días después del primer aporque.



Fotos 14 y 15: Aporque manual y mecanizado

5.2.9. Requerimiento de agua

Si se presentan períodos de sequía y se dispone de agua para riego, para evitar el ataque de insectos como los pulgones y otros, para que las plantas no alteren su normal crecimiento y desarrollo, y para garantizar un buen llenado del grano, se recomienda efectuar riegos complementarios por gravedad, aspersión o por goteo cuando el cultivo lo requiera en forma oportuna, sobre todo en las etapas críticas del cultivo (crecimiento rápido, inicio de floración, floración, llenado de grano).

Las variedades INIA 613 - Amarillo Oro e INIA 607 – Ch'ecche Andenes, normalmente se producen bajo temporal en lugares con precipitaciones pluviales de 600 a 700 mm, en años normales requieren de agua de riego únicamente para realizar un riego profundo para la preparación del suelo y efectuar la siembra; el resto del periodo vegetativo prácticamente el cultivo depende de las precipitaciones pluviales. En el caso de las variedades de ciclo largo (8 meses a más) Blanco Urubamba, INIA 618 – Blanco Quispicanchi y Chullpi las precipitaciones pluviales no son suficientes para completar su ciclo vegetativo (caso valle Sagrado de los Incas, la precipitación es de 500 a 600 mm), requieren de 7000 a 8000 m³ por lo que se debe aplicar riegos complementarios oportunos.



Foto 16: Riego complementario por gravedad

5.2.10. Control de malezas

El cultivo debe mantenerse libre de malezas, sobre todo los primeros 45 días porque en este periodo se define el tamaño y número de mazorcas así como el número de granos por hilera y mazorca. La eliminación de malezas debe realizarse oportunamente para evitar pérdidas de rendimiento por competencia por luz, humedad y nutrientes, su control se efectúa en forma manual utilizando segadera, lampas o azadones, o aplicando herbicidas específicos en dosis comerciales.

Al realizar los aporques también se eliminan las malezas; hasta el momento de la cosecha se debe realizar por lo menos dos deshierbes complementarios.



Foto 17: Campo de maíz libre de malezas

5.2.11. Época y método de cosecha

En la sierra sur, las cosechas se efectúan a partir de la segunda quincena del mes de abril y la primera quincena de mayo; se recomienda realizarlas oportunamente para evitar el deterioro de la calidad de los granos por pudrición o ataque de roedores y gorgojos.

Cortar las plantas cuando las mazorcas lleguen a madurez de cosecha, antes que las plantas se tumben por sobre madurez. Las plantas deben cortarse temprano por la mañana para evitar que las hojas con enfermedades caigan al suelo y se vuelvan en focos de infección en la siguiente campaña agrícola.

Para evitar la pudrición de las mazorcas, las plantas se dejan en el campo tendidas en sentido contrario a la dirección de los surcos en grupos o “fichas” por 10 a 15 días. Luego de ese período de secado de las plantas y mazorcas se realiza el deshojado y las mazorcas sanas separadas de las que presentan daños por plagas (insectos, aves, roedores y enfermedades) se llevan al tendal o secadero para su secado.



Foto 18: Deshojado de mazorcas

5.2.12. Selección, Secado y Desgrane de mazorcas

Secado.- Las mazorcas sanas escogidas durante el deshoje secarlas en secaderos aéreos tipo gallinero o expuestas a los rayos solares en tendales (colca) sobre paja, restos de cereales o sobre mantas o arpillera de polipropileno. Las mazorcas con ataque de insectos (gorgojo), roedores y aves deben cosecharse primero para eliminar la posibilidad de ataque de gorgojos en el secadero. Las mazorcas con enfermedades (podridas) deben secar en espacios alejados de las mazorcas sanas.

El secado debe ser uniforme para conservar la calidad de los granos (evitar el manchado de granos que es el inicio del ataque de hongos) y para facilitar un buen desgrane. Hasta que los granos alcancen \pm 14% de humedad el secado natural tiene duración de 30 a 45 días. Para acelerar el secado, las mazorcas deben voltearse por lo menos en tres oportunidades con mucho cuidado, evitando el desgrane.



Fotos 19 y 20: Secado de mazorcas de INIA 613 – Amarillo Oro y Blanco Urubamba

Desgrane.- Los maíces amiláceos se desgranen en forma manual cuando los granos contienen \pm 14% de humedad teniendo el cuidado de lograr granos íntegros y sanos.

Para comercializar, se debe desgranar por tamaños en diferentes envases, granos pequeños, medianos y grandes o de acuerdo al requerimiento de los comerciantes, separar los granos manchados y podridos.

Si se desgrana para semilla, los granos deben estar sanos, tener tamaño uniforme, obtenidas del tercio medio de mazorcas típicas de la variedad.



Foto 21 y 22: Desgrane manual para obtener granos de buena calidad separando el grano manchado

5.2.13. Almacenamiento de la cosecha

La semilla y el grano comercial envasados en bolsas de polipropileno deben ser almacenados en ambientes seguros, limpios, secos, libres de insectos (gorgojos), hongos, ácaros, roedores (ratones y ratas) y aves.

Si se observa ataque de gorgojos en los granos a almacenar, efectuar el tratamiento adecuado en ambientes, silos o depósitos herméticamente cerrados utilizando insecticidas en tabletas gasificantes (fumigantes) o productos en polvo, aplicados adecuadamente empleando las dosis comerciales. Al almacén deben ingresar granos sanos libre de enfermedades e insectos plaga.

5.2.14. Comercialización de semillas

Para comercializar semillas de maíz, estas deben protegerse contra el ataque de plagas de almacén y plagas del suelo (insectos, hongos, etc.) con productos específicos (insecticidas y/o fungicidas) que pinten las semillas con colores resaltantes para evitar su consumo como alimento.

VI.- Principales plagas (insectos plaga y enfermedades) y su control integrado

6.1. Insectos Plaga del suelo: *Feltia experta*, *Copitarsia turbata*, *Agrotis ypsilon*, Cuchi cuchi (*Puranius sp*), Astilus (*Astilus variegatus*), Racka o gallina ciega (*Phyllophaga sp* o *Ancognatha scarabioides*), Silhui o cogollero (*Spodoptera frugiperda*), Lorito verde (*Diabrotica sp*).



Fotos 23 y 24: Gusanos del suelo: cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y racka (*Phyllophaga sp*)

Las larvas se alimentan cortando el cuello de las plantas recién emergidas, los daños se detectan por las mañanas, su actividad es mayor durante la noche; los campos fuertemente infestados presentan gran número de “fallas”.

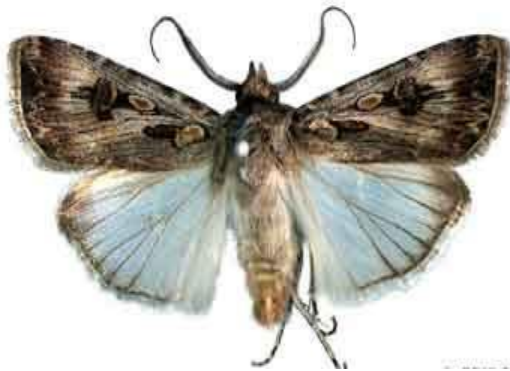
Es importante que el agricultor conozca bien sus campos, para prevenir el ataque de los **gusanos del suelo** antes indicados, se debe efectuar el barbecho después de la cosecha anterior, una buena preparación del suelo, aplicar riegos profundos, adecuado tratamiento de la semilla con el insecticida específico, uso de cebos tóxicos, de trampas de luz y trampas alimenticias para la captura de insectos adultos, y control biológico con los controladores existentes en campo o liberando poblaciones específicas.

Cuando el cultivo está establecido y hay fuerte ataque de gusanos del suelo, su control es difícil, ni los insecticidas sistémicos logran controlar el ataque, una alternativa para evitar daños a nivel de raíces y cuello de la plántula es aplicar riegos pesados con cierta frecuencia.

6.2. Insectos Plaga de la Planta: Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), Cañero (*Diatraea saccharalis*) y Choclero o mazorquero (*Helicoverpa zea*).- En las zonas altas por encima de los 3000 metros de altitud el ataque de los gusanos cogollero, cañero y choclero no es significativo, sin embargo, con el incremento de la temperatura producto del cambio climático, estas plagas van apareciendo en altitudes mayores, constituyéndose en plagas potenciales.

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), en las zonas con condiciones favorables para su proliferación es la plaga más importante del maíz, ataca las plantas desde que estas tienen entre 10 a 15 cm de altura; sus daños pueden afectar todas las plantas, las larvas pequeñas producen raspados en las hojas; y a partir del 3er. estadio “mascan” y perforan el “cogollo”, afectando la densidad y los rendimientos. Para prevenir su ataque, los campos deben estar libres de malezas (grama china y otras gramíneas), para disminuir la población de adultos colocar en el campo trampas de luz y de melaza; realizar liberaciones de controladores biológicos como chinches (*Podisus sp*), avispidas del género *Telenomus*, crizopas, moscas parásitas y otros. Cuando hay ataque, primero realizar la evaluación de daños, si es focalizado para eliminar las larvas, aplicar solo a las plantas que presentan daños sustancias líquidas elaboradas a base de productos vegetales como el rocoto, agave, neem o aplicar baculovirus en el cogollo de las plantas, en última instancia aplicar insecticidas recomendados sobre todo cuando el ataque es fuerte; en la primera etapa con

insecticidas líquidos y cuando esté formado el cogollo con insecticidas granulados en dosis comerciales especificadas en los envases.



Fotos 25 y 26: Adulto y daños causados por el gusano cogollero

Gusano cañero (*Diatraea saccharalis*), las larvas de color blanco cremoso causan daños en los tallos, perforan los entrenudos, barrenan los tallos y forman galerías. Cuando el ataque es muy intenso los entrenudos se pudren y se quiebran fácilmente con el peso de las mazorcas o con el viento, en ocasiones pueden producir daños en las mazorcas. Para su control se recomienda, realizar siembras oportunas, buena limpieza del campo, para disminuir la población de adultos utilizar trampas de luz y trampas de hembras vírgenes para captura de adultos; control biológico natural o mediante liberaciones de avispietas del género *Trichogramma*. No se recomienda uso de insecticidas, los hábitos de la plaga hacen difícil su control.



Foto 27, 28 y 29: Adulto; tallo y panoja atacados por el gusano cañero *Diatraea saccharalis*

Gusano choclero (*Helicoverpa zea*), las polillas (adulto) ponen huevos en las “barbas” del choclo tan pronto aparecen, las larvas se alimentan de los pistilos dirigiéndose hacia la punta de la mazorca, donde se alimenta del grano lechoso; en los maíces duros el daño está limitado generalmente a la punta de la mazorca; al completar su desarrollo las larvas abandonan la mazorca perforando las brácteas, orificios por donde ingresa la mosca *Euxesta* sp. y el agua de lluvia que causan pudrición en la mazorca.

Para controlar el ataque se recomienda, para la captura de adultos el uso de trampas de luz oscura y de lavatorios con agua más detergente en las noches con luna; para el control de larvas el control biológico natural o mediante liberaciones de avispidas del género *Trichogramma* que parasitan los huevos, y la aplicación de 3 gotas de aceite comestible vegetal sobre los “pelos o barbas” de cada choclo cuando estos han alcanzado el estado de pincel, en tres fechas: la primera cuando han emergido los “pelos” en el 30% de choclos, la segunda 8 días después cuando hayan salido en otros 30% y la tercera 8 días de la segunda aplicación a todos los choclos faltantes. Por el hábito de las larvas la efectividad del control químico es muy relativo, se requiere al menos tres aplicaciones dirigidas para tener éxito.



Foto 30, 31 y 32: Adulto; mazorca atacada y control del gusano chochlero *Helicoverpa zea*

Diabrotica o Lorito verde (*Diabrotica spp*), a este género pertenecen varias especies de diabroticas; las larvas se alimentan de raíces y del cuello de la planta, debilitan el desarrollo y vigor de la planta, facilitan la entrada de patógenos, provocan que las plántulas emitan macollos, eventualmente causan la muerte de la planta. Los adultos pueden dañar severamente la plántula en su primera etapa de crecimiento y posteriormente interferir con la polinización.

El ataque de esta plaga también aumenta en los períodos de mayor temperatura y sequía, las larvas atacan a nivel del cuello de la planta. Si los daños son severos provocan deformaciones y hasta ramificación o ahijamiento anulando la formación de mazorcas. Los adultos (loritos) se encuentran en la corona o cuello de las plantas; para su **control** aplicar riegos profundos, y de ser necesario insecticidas recomendados preferentemente sistémicos.



Foto 33 y 34: Daños en plántulas y ciclo biológico del Lorito verde (*Diabrotica spp*)

Pulgones: Pulgón negro del maíz (*Rhopalosiphum maydis*) se prolifera y ataca más en los períodos con mayor temperatura y sequía, los pulgones en las primeras etapas de crecimiento se alimentan de las hojas basales y en la fase de inicio de floración a nivel de la hoja bandera o última hoja y en la panoja. Los pulgones se localizan en el cogollo, pero pueden llegar a poblar toda la planta, producen gran cantidad de mielecilla que provoca debilitamiento y secamiento de las plantas. En casos severos las hojas se encarrujan y propician el ataque secundario del hongo *Fumagina* de color oscuro que cubre parte de las láminas foliares ocasionando disminución en la capacidad de fotosíntesis, en el rendimiento y en la calidad del grano. Para el **control** de los pulgones se recomienda control biológico, porque tienen un gran complejo de controladores biológicos como las mariquitas (*Hippodamia sp.*) y las *Crysopas*. Cuando el ataque es fuerte, se debe aplicar soluciones a base de detergentes agrícolas o de insecticidas específicos.



Foto 35 y 36: Pulgones del género *Rhopalosiphum*

6.3. Insectos Plaga de Almacén: Gorgojo del grano (*Pagocerus frontalis*).

En el maíz, las plagas de almacén causan pérdidas de rendimiento, disminución del valor comercial, pérdidas de calidad en el grano y de su valor nutritivo, que conlleva a la reducción de los ingresos del agricultor y su familia y pone en riesgo su seguridad alimentaria.

En zonas frías la probabilidad de que haya ataque de gorgojo es menor, sin embargo, se recomienda monitorear en campo las mazorcas con mala cobertura, las mazorcas en el secadero y los granos durante el desgrane y almacenamiento.

El ataque de gorgojo del grano (*Pagocerus frontalis*) generalmente se presenta en los valles interandinos con altitudes menores a 3200 m; para su control se recomienda, antes y durante la cosecha y en el secado separar y tratar las mazorcas con granos atacados por gorgojo, durante el desgrane eliminar los granos atacados.

Para conservar pequeñas cantidades de semilla, éstas se mezclan con arena fina o con ceniza, las cuales dificultan su desplazamiento y ataque a otros granos.

En mayores volúmenes su control se efectúa aplicando sustancias químicas preferentemente gasificantes en dosis comerciales recomendadas, colocando los granos y semillas dentro de ambientes, silos metálicos o depósitos de plástico o metálicos (cilindros) herméticamente cerrados.

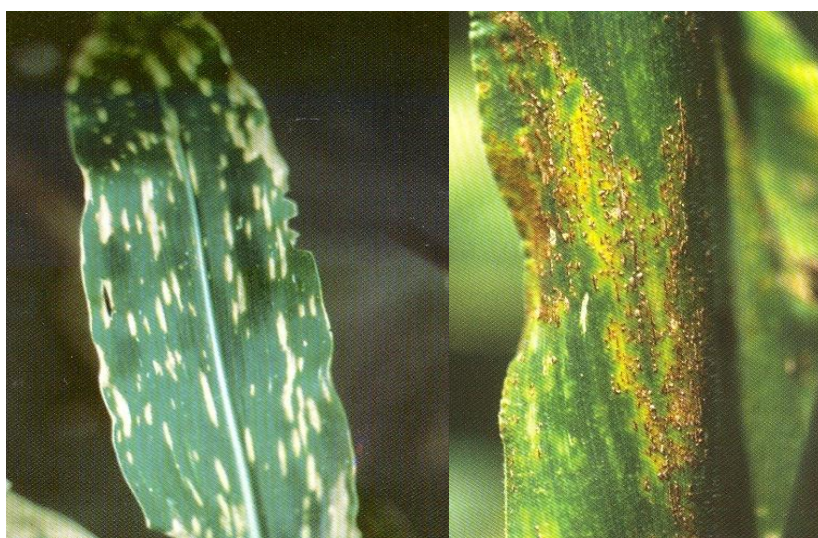


Foto 37: Granos atacados por gorgojo del maíz (*Pagiocerus frontalis*)

6.4. Principales enfermedades y su control integrado

Al igual que los insectos plaga, con el calentamiento global y en los lugares donde se practica el monocultivo de maíz, entre otras las provincias de Calca y Urubamba, en las que en algunos sectores se tiene la presencia de una nueva enfermedad llamada comúnmente “seca seca”, cuyo agente causal aún no es identificado. En la mayor parte de la sierra sur en años normales y cuando la siembra se realiza en época oportuna, el ataque de las enfermedades foliares fungosas más comunes causadas por hongos de los géneros *Helminthosporium* y *Puccinia* (roya) no tienen repercusión económica, por lo cual no se efectúa control alguno. El mayor problema por la susceptibilidad de las variedades son las pudriciones de mazorca, cuya intensidad de ataque depende de las condiciones ambientales.

En los lugares donde se practica el monocultivo, para disminuir el ataque de enfermedades y plagas se recomienda: realizar la cosecha oportuna para que las hojas secas con enfermedades no se desintegren y caigan en el campo; que el campo quede libre de rastrojos; concluida la cosecha realizar el barbecho del terreno con la finalidad de eliminar los rastrojos, romper el ciclo de los patógenos causantes de las enfermedades y de los insectos plaga, así como oxigenar mejor el suelo.



Fotos 38 y 39: Hojas dañadas por Tizón foliar (*Helminthosporium maydis*) y Roya común (*Puccinia sorghi*)

Pudriciones de mazorca por *Fusarium* y *Diplodia*, el principal problema son las pudriciones de mazorca causadas por hongos de los géneros *Fusarium* y *Diplodia*, el porcentaje de daños depende de las condiciones ambientales, en años más lluviosos se tiene mayor cantidad de mazorcas con pudrición.

Control, para evitar su diseminación se recomienda que, durante el deshojado de las mazorcas no se dejen las mazorcas enfermas en el campo, éstas deben secarse en espacios alejados de las mazorcas sanas; las más podridas y los granos enfermos obtenidos durante el desgrane deben ser quemados o enterrados en hoyos profundos; el hongo *Fusarium* produce micotoxinas denominadas fumonisinas que son tóxicas para los humanos y animales, por cuanto bajan sus defensas; el hongo *Diplodia* también produce micotoxinas, que son tóxicas para las aves, por lo que no se recomienda el consumo de las mazorcas y granos con estas enfermedades.



Fotos 40 y 41: Pudrición de mazorcas por *Fusarium* y *Diplodia*

Carbón Común (*Ustilago maydis*), INIA 613 - Amarillo Oro e INIA 607 – Ch'ecche Andenes y variedades similares de las razas Cusco Cristalino Amarillo y Pisccoruntu, son moderadamente susceptibles al ataque del Carbón común del maíz comúnmente llamado pacorma o hat'upa, causado por el hongo *Ustilago maydis*, que en años con menor precipitación pluvial durante la floración, aumenta el porcentaje de plantas con mazorcas y tallos atacados por esta enfermedad.

Control, se recomienda eliminar estas plantas antes de que los órganos afectados presenten agallas con esporas negras, si llegan a este estado de ataque, cortar y enterrar estas plantas en hoyos profundos.



Foto 42: Mazorcas con ataque de Carbón común (*Ustilago maydis*)

El Puca poncho (*Spiroplasma kunkeli*), se presenta en zonas templadas por debajo de los 3000 metros de altitud, muchas veces en cultivos de siembras tempranas. El agente causal es el complejo spiroplasma – fitoplasma denominado mollicute transmitido por cigarritas de la especie *Dalbulus maydis* que atacan en las primeras etapas del cultivo y que transmite también el virus del rayado fino.

Si no realiza el **control** de las cigarritas, el daño generalmente es muy severo, las plantas prácticamente no dan mazorcas ni granos; la chala no es aceptada como alimento por el ganado. Una alternativa es realizar dos aplicaciones de insecticidas en dosis comerciales, uno antes del primer aporque y la segunda después del segundo aporque.

Cuando las plantas manifiestan los síntomas de manchas rojizas o amarillentas en las hojas, formación de mazorcas en cada nudo, el mal ya está avanzado y no se puede hacer control alguno.



Foto 43 y 44: Cigarrita (*Dalbulus maydis*) y planta con Puka poncho

VII.- Revisión de Literatura

1. Bennett, Et Al., "Truman's Scientific Guide to Pest Management Operations", 6th edition, page 10, Purdue University/Questex Press, 2005.
2. Centro Nacional de Información de Pesticidas. npic@ace.orst.edu
3. Control biológico: aproximaciones y aplicación - Texto Mundial de Manejo Integrado de Plagas de Radcliffe.
4. García – Lara, Silverio, Espinosa Carrillo, César y Bergvinson, David J.- Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternativas para su manejo y control. CIMMYT México.
5. García – Lara, Silverio, Saucedo-Camarillo, Nora y Bergvinson, David J. 2007. *Silo metálico. Manual técnico de fabricación y manejo*. México, D.F.: CIMMYT.
6. <http://granjaecologicaenlinea.com/que-es-manejo-integrado-de-plagas/>
7. Jahn, GC, JA Litsinger, Y Chen and A Barrion. 2007. Integrated Pest Management of Rice: Ecological Concepts. In Ecologically Based Integrated Pest Management (eds. O. Koul and G.W. Cuperus). CAB International pp. 315-366.
8. Kogan, M 1998. INTEGRATED PEST MANAGEMENT: Historical Perspectives and Contemporary Developments, Annual Review of Entomology Vol. 43: 243-270 (Volumen enero de 1998) (doi:10.1146/annurev.ento.43.1.243).
9. Manejo Integrado de Plagas - Texto Mundial de Manejo Integrado de Plagas de Radcliffe.
10. Recursos de MIP en la WWW - Texto Mundial de Manejo Integrado de Plagas de Radcliffe.
11. Sarmiento M., JORGE. 1974. Pérdidas directas ocasionadas por los insectos a la agricultura nacional. Campaña 1971. Anales. Segundo Congreso Nacional de Investigadores Agrarios, Volumen I. 143-152.
12. United States Environmental Protection Agency, "Pesticides and Food: What Integrated Pest Management Means." 2005.
13. U.S. Environmental protection Agency. Principios del Manejo Integrado de Plagas. Pesticides: Topical & Chemical Fact Sheets

AMIGO AGRICULTOR

“Con el manejo integrado del cultivo y de las plagas del maíz lograrás buenas cosechas y tendrás mayores ingresos económicos por la venta de tus cosechas”.

Mayor información solicite al personal técnico del Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz del INIA – Estación Experimental Agraria Andenes Cusco.

Publicación editada con financiamiento del Tesoro Público asignado a la Unidad de Extensión Agraria - Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz de la Estación Experimental Agraria Andenes del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.

Edición N° 1 Cusco 2014

Autor : Ing. M.C. Wladimir Jara Calvo
Líder del Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz

