

MINISTERIO DEL AMBIENTE



Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú



**PROYECTO  
014-PIBAP-2009**

**Zonificación agrícola de riesgos climáticos en cultivos de seguridad alimentaria y agroexportación en las regiones de Ayacucho y Huancavelica**

**Cartilla Técnica**

**Investigación Agrometeorológica  
en el cultivo de maíz amiláceo  
en la región norte de Ayacucho**



MINISTERIO DE AGRICULTURA



Instituto Nacional de Innovación Agraria  
EEA Canadá Ayacucho

**Enero 2012**



Empresa Brasileira de Pesquisa  
Agropecuária do Brasil

**Cartilla Técnica**

**Investigación Agrometeorológica  
en el cultivo de maíz amiláceo  
en la región norte de Ayacucho**



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGROMETEOROLOGÍA

**PROYECTO:**

"Zonificación agrícola de riesgos climáticos en cultivos de seguridad alimentaria y agroexportación en las regiones de Ayacucho y Huancavelica"

**COORDINADORA GENERAL**

Irene Trebejo Varillas

**CARTILLA TÉCNICA:**

**Investigación agrometeorológica en el cultivo de maíz amiláceo en la región norte de Ayacucho**

**EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE**

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

Irene Trebejo Varillas

Wilfredo Yzarra Tito

Dario Fierro Zapata

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA- EEA-INIA-AYACUCHO

Abraham Villantoy Palomino

Godofredo Mamani Mamani

**PARTICIPANTE**

Florencio Requis Varillas

**TESISTAS**

Edit Garcia Alata

Héctor Espinoza Carhuapoma

**DISEÑO Y ELABORACION DE CARTILLA**

Consultor privado : Enedino De la Cruz Quispe

E mail : enedinodelacruz@gmail.com

Esta publicación ha sido elaborada dentro del proyecto: "Zonificación agrícola de riesgos climáticos para cultivos de seguridad alimentaria y agroexportación en las Regiones de Ayacucho y Huancavelica", financiado por FINCyT, e implementado por SENAMHI, con la colaboración de INIA de la EEA. Canaán Ayacucho

La información expresada en este material es de los autores, técnicos e investigadores participantes del proyecto y no refleja necesariamente las opiniones de FINCyT.

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o transmitida mediante ningún sistema o método electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento escrito del autor y los editores.

Derechos Reservados

© Enero 2012,

Impreso por Editorial Inversiones TRONIC S R L.

Dirección: Jr. Leoncio Prado 806 - Surquillo

Primera edición: enero 2012

Tiraje: 500 unidades

Hecho el depósito legal

En la Biblioteca Nacional del Perú N° 2012-01521

IMPRESO EN EL PERÚ

PRINTED IN PERU



## CONTENIDO

	Pág.
1. Presentación	6
2. Importancia del cultivo	7
3. Condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio:	11
a. Condiciones meteorológicas	11
b. Suelo	15
4. Características experimentales del cultivo de maíz	19
5. Rendimiento del cultivo, comparación entre variedades y épocas de siembra	22
6. Requerimiento hídrico del cultivo	29
7. Manejo fitosanitario	34
8. Recomendaciones al productor	40
9. Recomendaciones al técnico y profesionales	42
Bibliografía	43



## 1. PRESENTACION



El maíz (*Zea mays L.*), es uno de los tres cereales de mayor producción en el mundo y originario de América. Tiene un gran consumo humano y animal, así como en la industria.

En el Perú, el maíz es un cultivo de importancia, que se ha venido utilizando en la alimentación humana desde tiempos muy antiguos, no solo por que ocupa la mayor área cultivada, sino por lo que representa en términos socio económicos para la gran mayoría de pequeños y medianos agricultores de la sierra del país.



Por tal razón, se incorpora al cultivo de maíz en la evaluación de riesgos agroclimáticos dentro del proyecto de investigación ***“Zonificación agrícola de riesgos climáticos para cultivos de seguridad alimentaria y agro exportación en las Regiones de Ayacucho y Huancavelica”***.

En la presente cartilla se muestran las características meteorológicas y edáficas del ámbito de estudio en Ayacucho, los resultados de rendimiento de variedades de maíz amiláceo, el consumo de agua y las evaluaciones fitosanitarias efectuadas. La investigación fue conducida en las instalaciones de la Estación Experimental Agraria Canaán Ayacucho (EEA).

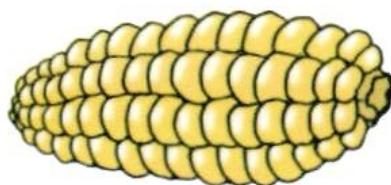


Imagen 1: Mazorca de maíz amiláceo

## 2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO

El maíz (*Zea mays L.*), es una de las gramíneas más importantes que cultiva el ser humano para su alimentación y la de sus animales. Se produce en la mayoría de los países del mundo.

El maíz, ocupa el tercer lugar en la producción mundial, después del trigo y el arroz. Se cultiva en una superficie total de 106 millones de hectáreas. Su rendimiento promedio es de 2 t/ha.

El cultivo de maíz, tiene importancia especial, dado que este cereal constituye la base de la alimentación de los latinoamericanos, especialmente de los peruanos y de la sierra del país.

El maíz, es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas. Por eso, se le cultiva en casi todo el mundo. Las razones que hacen del maíz un cultivo popular e importante son las siguientes:

- Su alto rendimiento por número de horas trabajadas.
- Su contenido de nutrientes en forma concentrada.
- Su fácil transporte.
- La panca, o envoltura de hojas, protege los granos contra los daños causados por aves y la lluvia.
- Es fácil de cosechar.
- No hay muchas pérdidas de granos durante el manejo.
- Permite un fácil y adecuado manejo.





- Existen variedades con diferentes periodos de maduración.
- Se usa tanto en la alimentación humana y animal, como en la transformación industrial.

El maíz es una buena fuente de almidón, pero su contenido de proteínas es más bajo que el de otros cereales. Entre las clases de maíz, el amarillo es el más nutritivo, por su alto contenido de vitamina B. el maíz opaco tiene un alto contenido de lisina, que es un aminoácido esencial. Proporciona 123 calorías, 4 gr de proteínas, 25 gr de hidratos de carbono, 3 gr de fibra, 260 mg. de potasio, 240 mg de beta carotenos y 38 mg de magnesio según la FAO.



El maíz tiene también importancia en la alimentación animal, tanto por su forraje como por sus granos enteros, molidos o quebrados, que son sumamente nutritivos.

En el mundo, su importancia del maíz radica en el uso en la industria, porque desempeña un papel significativo, ya que se procesa en gran número de productos y subproductos, como aceites, colodión, celuloide, explosivos, plásticos, jabón, glicerina, emulsiones, productos medicinales y productos farmacéuticos.

El país, cuenta con excepcionales condiciones para la producción de maíz amiláceo. Con una variabilidad impresionante, y variedades con muy buena capacidad genética y tecnología apropiada. Entre ellas podemos encontrar las que se destinan al consumo como grano al llamado maíz amiláceo y también al consumo en fresco llamado choclero.



En el Perú, el maíz amiláceo en el año 2010, se cosechó 201 543 ha y en el año 2011, se cosechó 196 505 ha, con una producción de 257 907 TM y 251 994 TM, respectivamente. El rendimiento promedio nacional en estos dos últimos años fue de: 1 280 kg/ha y 1 282 kg/ha respectivamente. (MINAG 2010)<sup>1</sup>.



En el caso del maíz choclero en el Perú para el año 2010, se cosechó 46 632 ha y 35 205 ha en el año 2011, con una producción de 408 321 TM y 290 511 TM respectivamente. El rendimiento promedio nacional fue de 8 756 kg/ha y 8 252 kg/ha respectivamente. Donde podemos mencionar que el rendimiento promedio nacional, ha venido descendiendo paulatinamente desde los años anteriores por diversos factores como manejo, condiciones climáticas, edáficas, agronómicas, tecnológicas y económicas. (MINAG 2011)<sup>2</sup>.



En la región Ayacucho, la producción de maíz se ha diversificado en zonas como valles interandinos y quechua especialmente, con diversas variedades nativas y mejoradas, siendo uno de los principales cultivos de la economía del productor de esta región. Para el año 2010, se cosechó 17 212 ha de maíz amiláceo y para el año 2011, se cosechó 14 531 ha, con una producción de 16 320 TM y 10 383 TM respectivamente con un rendimiento promedio de 948 t/ha. (MINAG 2010)<sup>3</sup>.



Para el caso del maíz choclero, en la región Ayacucho, el año 2010 se cosecharon 1 569 ha y 1 460 ha para el año 2011, con una producción de 8 825 TM y 6 612 TM respectivamente, con un rendimiento promedio de 5 625 kg/ha y 4 529 kg/ha respectivamente. (MINAG 2011)<sup>4</sup>.

1, 3 MINAG 2010, Producción Agrícola 2010, Oficina de estudios económicos y estadísticos, Lima

2, 4 MINAG 2011, Producción Agrícola 2011, Oficina de estudios económicos y estadísticos, Lima





Con esta información, podemos mencionar que los rendimientos tanto del maíz amiláceo y choclero ya sea a nivel nacional y regional, han venido disminuyendo por diversos factores, entre ellos el factor edafoclimático, el cual nos debe hacer pensar que debemos tomar mejores decisiones y acciones en adelante, para beneficio de los productores y la población que consume por su importancia en la alimentación humana especialmente.



Imagen 2: Semilla de maíz amiláceo



### 3. CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Antes de empezar con el cultivo de maíz, el productor necesita conocer las condiciones edafoclimáticas de la zona, con el fin de escoger un sistema adecuado de producción, según las condiciones de la región. Entre estas condiciones, está el clima y el suelo; dos aspectos sumamente importantes para determinar con mayor precisión la ubicación del campo de cultivo, que se traduce posteriormente en mayor producción y productividad para los productores.



Durante la investigación conducida con cultivo de maíz en las instalaciones de Estación Experimental Agraria Canaán-EEA-INIA-Ayacucho se monitoreó las condiciones meteorológicas de temperatura, precipitación, humedad, radiación solar, viento y presión atmosférica, los cuales se describen a continuación.



#### a. CONDICIONES METEOROLÓGICAS REGISTRADAS EN AYACUCHO DURANTE LAS CAMPAÑAS AGRÍCOLAS

A partir de una estación meteorológica automática instalada en la EEA-Ayacucho, cuya ubicación geográfica es:

Latitud : 13° 09' 59" S

Longitud : 74° 12' 28.3" W

Altitud : 2 760 msnm



Foto 1: Estación meteorológica

Se midieron un conjunto de parámetros que caracterizaron las dos campañas agrícolas de maíz amiláceo: 2009/2010 Y 2010/2011. Período de medición: Setiembre 2009 - Agosto 2011.



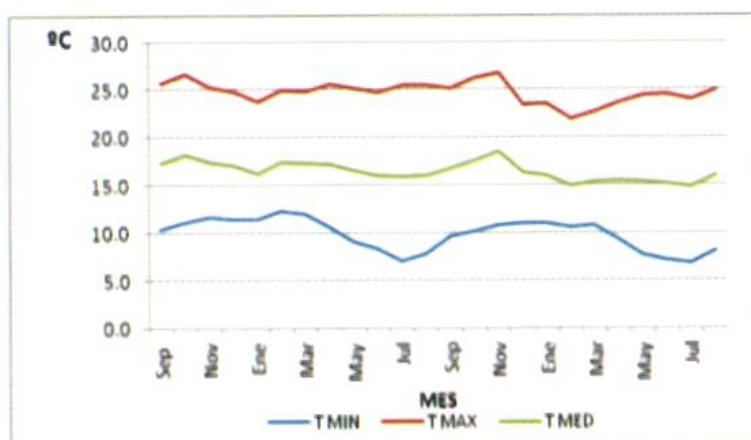
• **Temperaturas media, máxima y mínima**

El Gráfico 1, presenta la variación anual de la temperatura del aire (media, máxima y mínima) para la estación de Ayacucho, para ambas campañas agrícolas.

La temperatura media promedio para todo el período fue de 16,5 °C, fluctuando entre los 14,9 °C (julio) a 18,5 °C (noviembre).

Se observa dos picos en la temperatura máxima, el primero entre setiembre y octubre, el segundo pico en mayo. La temperatura máxima promedio para todo el período fue de 24,7 °C, presentándose los valores más altos en noviembre (26,8 °C) y los más bajos en febrero (21,9 °C), asociados a la menor y mayor cobertura nubosa respectivamente.

La temperatura mínima promedio fue de 9,8 °C, las temperaturas más bajas se presentaron en el período de estiaje (invierno), julio con 6,8 °C y las temperaturas mínimas más elevadas en la estación lluviosa (verano), dada la elevada humedad atmosférica, febrero (12,3 °C).

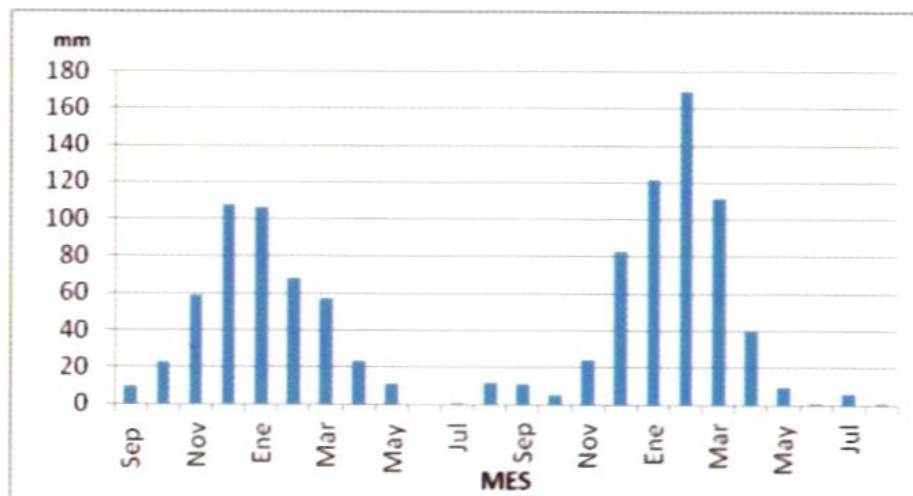


Fuente: SENAMHI, 2010. Registro de estación automática Canaán - Ayacucho

Gráfico 1: Distribución temporal de la temperatura mínima, máxima y media en Ayacucho. Estación EEA Canaán (setiembre 2009 - agosto 2011)

• **Precipitación**

La mayor precipitación se registró entre los meses de diciembre y febrero, con picos de 106 mm en la primera campaña y 170 mm en la segunda campaña, llegando a totalizar 477 mm y 582 mm respectivamente. (Gráfico 2).



Fuente: SENAMHI, 2010. Registro de estación automática Canaán - Ayacucho

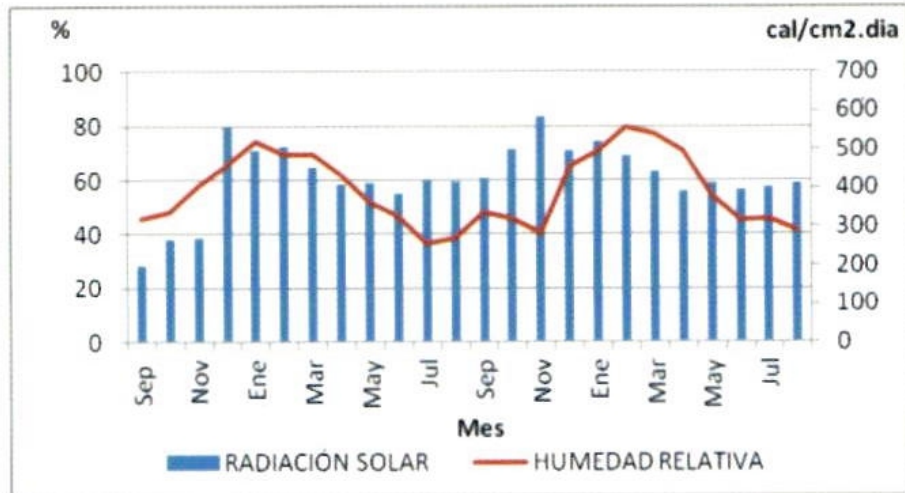
Gráfico 2: Distribución temporal de la precipitación en Ayacucho Estación EEA Canaán (setiembre 2009 - agosto 2011).

• **Radiación solar y humedad relativa**

La radiación solar promedio fue de 452 cal/cm2/día, siendo la radiación solar mas intensa en el mes de noviembre y la menos intensa en invierno (junio), con un promedio de 583 cal/cm2/día y 385 cal/cm2/día respectivamente. La mayor radiación solar recibida en noviembre obedece a la menor cobertura nubosa asociada al inicio de las lluvias en la zona. (Gráfico 3)

La humedad relativa promedio fue del 56 %, con valores máximos de 79 % en la estación lluviosa y húmeda (febrero) y mínimos de 36 % en la estación seca (julio).





Fuente: SENAMHI, 2010: Registro de estación automática Canaán - Ayacucho

Gráfico 3: Distribución temporal de la radiación solar y la humedad relativa media Estación EEA Canaán (setiembre 2009 - agosto 2011)



• **Viento y presión atmosférica**

La velocidad del viento promedio fue de 0,6 m/s, con valores más altos entre octubre y noviembre (1,1 m/s) y más bajos en abril (0,2 m/s).

La presión atmosférica promedio fue de 738,7 hPa. (Gráfico 4)



Fuente: SENAMHI, 2010: Registro de estación automática Canaán - Ayacucho

Gráfico 4 : Distribución mensual del viento y la presión atmosférica en Ayacucho

- **Eventos extremos registrados**

Ambos experimentos fueron impactados por eventos climáticos extremos tales como granizadas, acompañadas de lluvias intensas. Durante la primera campaña 2009/2010, se registró una granizada intensa el 27 de enero 2010 que llegó a afectar intensamente el crecimiento y desarrollo del cultivo, asimismo, la campaña agrícola 2010/2011 también fue afectada por una granizada, aunque de menor intensidad el 17 de diciembre 2010.



## **b. SUELO**

Es una superficie, un recurso natural, un sistema dinámico y complejo, en el que se efectúan procesos que involucran componentes físicos, químicos e incluso componentes vivos.

### **Características físicas de los suelos en el ámbito de estudio:**

El maíz, se adapta a una amplia gama de suelos, pero los mejores rendimientos y calidad se obtienen en suelos profundos, bien drenados y de textura media. También se cultiva en suelos de textura arcillosa con algunas deficiencias de drenaje. Por esto, no es difícil encontrar plantaciones ubicadas en suelos con capacidad de uso limitante. El cultivo de maíz es una planta que requiere suelos fértiles, con texturas medias, bien drenados; con pH entre 5,5 a 7,2.

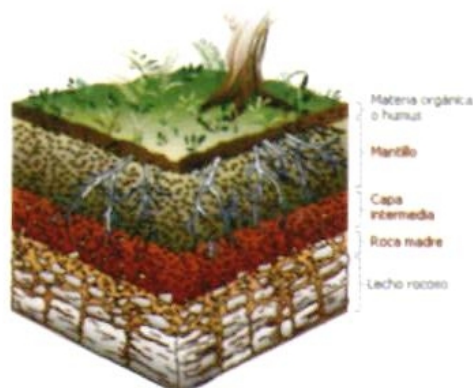


Imagen 2: perfil del suelo ideal





En las zonas de estudio, las condiciones edáficas encontradas, dieron los siguientes resultados que se mencionan:

- **Textura**

Se ha encontrado 4 clases texturales, gruesa, moderadamente gruesa, media, moderadamente fina y fina.

Los suelos de textura media son los más predominantes en el área con un 88 %, seguido de textura moderadamente fina con un 6 %. La textura influye como factor de fertilidad y en la habilidad del suelo para lograr altos rendimiento en los cultivos agrícolas.



Los suelos arcillosos tienen mayor cantidad de biomasa microbiana, en cambio los franco-arenosos, al tener mayor aireación ponen a disposición de los cultivos mayor cantidad de nitrógeno mineral, por la mineralización de la materia orgánica. Estas mayores disponibilidades de nitrógeno permiten producir una mayor cantidad de biomasa vegetal que se incorpora al sistema, permitiendo mantener los valores de materia orgánica y hacer sostenible el sistema.

- **Profundidad efectiva**

Se ha encontrado en las áreas de cultivo 2 clases de profundidad efectiva, superficial y moderadamente profunda. Los suelos superficiales corresponden a 35 muestras que representa el 50 %, la profundidad en este caso varía de 33 a 50 cm y los suelos moderadamente profundos que corresponden a 35 muestras, representa el 50 %, cuya profundidad varía de 52 a 79 cm, que corresponde a suelos por encima de los 3,000 msnm. Para el maíz se requiere un suelo con profundidad efectiva de 120 cm.



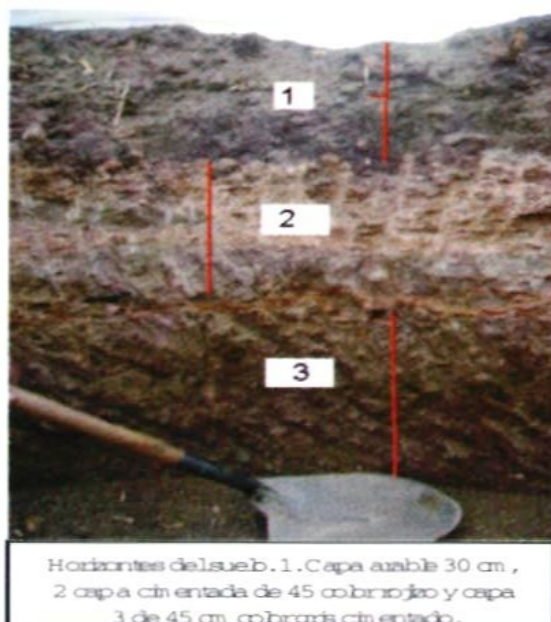


Foto 2: Calicata mostrando la profundidad efectiva del suelo



- **Densidad aparente**

Se ha encontrado 4 clases de densidad aparente, sin embargo, la mayor parte de los suelos tiene una densidad aparente entre  $1,3 \text{ g/cm}^3$  a  $1,35 \text{ g/cm}^3$  con un 46 % y entre  $1,35 \text{ g/cm}^3$  a  $1,45 \text{ g/cm}^3$  con un 43 %. El resto de suelos representa el 11 %. Estos resultados reflejan la textura de los suelos que son medios.

La densidad aparente afecta al crecimiento de las plantas debido al efecto que tienen la resistencia y la porosidad del suelo sobre las raíces.

#### Características hídricas de los suelos en el ámbito de estudio:

- **Capacidad de Campo**

Se ha encontrado que los suelos en su mayor parte (83 %) tienen entre 24 y 31 % de capacidad de campo, que corresponde a suelos de textura media y medianamente fina. Luego le sigue los suelos (13 %) de textura fina con más de 31 % de capacidad de campo.







Esta característica le confiere a los suelos mayor capacidad de retención de agua, ya que la mayor parte de estos suelos fueron encontrados en zonas de altura por encima de los 3 200 msnm, cuya característica está asociada al mayor contenido de materia orgánica.

- **Punto de Marchitez**

Se ha encontrado que la mayor parte de los suelos (94 %), tienen un punto de marchitez entre 11 a 15 %, mientras que el resto no supera el 4 %. Esto está relacionado a que los suelos son de textura media y por tanto a la capacidad de retención de agua.



- **Agua disponible**

Se ha encontrado que los suelos en su mayor parte (46 %) tienen agua disponible entre 5 y 10 % seguido de los suelos con contenido de agua disponible entre 10 y 13 % (44 %). Este indicador es bueno, debido a los suelos de textura media.

El Agua disponible de este tipo de suelos está por debajo de 50 %, por tanto es difícil que las plantas puedan tomar el agua y requiere realizar un gasto energético extra para tomarla. En estos tipos de suelos se requiere la aplicación de riego cuando antes que llegue al 50 %, con riegos de alta frecuencia para tener el suelo en su capacidad de campo.



## 4. CARACTERÍSTICAS EXPERIMENTALES DEL CULTIVO

El experimento fue conducido en las instalaciones de la EEA. Canaán Ayacucho.

### Variedades utilizadas:

Las variedades en estudio fueron las siguientes:

- Choclero INIA 618 Wari
- Chullpi
- Raza Astilla-Almidón Huancavelicano

### Manejo del experimento:

#### • Selección de la semilla

La selección de la semilla se hizo con un mes de anticipación a la siembra. Donde se eliminaron de 2 cm a 3 cm de ambos extremos de la mazorca y solo se utilizó los granos del centro.

#### • Desinfección de la semilla

Se hizo la desinfección de las semillas seleccionadas, antes de la siembra con un fungicida, para evitar algún daño que pueda ocasionar a la semilla después de la siembra.

#### • Preparación del terreno

La preparación del terreno, se realizó con la ayuda de maquinaria agrícola tanto el arado y el rastrado, para una buena aireación del suelo, facilitando la germinación y emergencia uniforme de la semilla.

#### • La siembra

La siembra se realizó en forma manual, donde consistió en depositar el grano de maíz dentro del surco a una profundidad de 10 cm a 20 cm tapando el grano con la tierra para su germinación.





- **Época de Siembra**

Se determinó tres épocas de siembra para cada variedad de maíz, espaciadas 30 días en la primera campaña y 15 días en la segunda campaña.

- **Densidad de siembra**

El distanciamiento utilizado en el experimento fue de 0,8 m entre surco y 0,5 m entre plantas.

- **La fertilización**

La aplicación de fertilizantes, para proveer de nutrientes a las plantas se realizó de acuerdo a la dosis de fertilización siguiente: primera fertilización a la siembra de 50-80-60 de NPK y la segunda fertilización al aporque solo de Nitrógeno de 50-0-0 NPK. El fertilizante se colocó cuando el suelo estuvo húmedo a una distancia de 5 cm a 10 cm de la planta para evitar quemaduras.



- **Aporque**

Se realizó 25 días después de la siembra, con la finalidad de airear el suelo y brindar soporte a la planta, y se aplicó en forma manual aprovechando la segunda fertilización.

- **Riegos**

Consistió en aplicar agua suficiente en diferentes etapas fenológicas de las plantas, antes de la siembra, a los 30 días de la siembra y principalmente días antes de la floración.



- **Control de malezas**

Se realizó el control de malezas, empleando métodos mecánicos y químicos. El método mecánico fue en forma manual, al momento del aporque y el control químico, consistió en emplear sustancias químicas, que afectan la fisiología de la maleza, teniendo en cuenta sus ingredientes activos.



### **Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente, en varias oportunidades, de acuerdo a la maduración obtenida.



Foto 3: Cosecha de maíz amiláceo



## 5. RENDIMIENTO DEL CULTIVO, COMPARACIÓN ENTRE VARIEDADES Y EPOCAS DE SIEMBRA



A partir del experimento conducido en la EEA-Canaán-Ayacucho, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Evaluación de los rendimientos en seco (t/ha) en tres variedades de maíz amiláceo en las instalaciones del INIA Canaán-Ayacucho. Campaña Agrícola 2009-2010.**

- **Primera época de siembra (26/09/2009)**

Cuando se realizó la comparación de medias de los rendimientos en seco (t/ha) de las 03 variedades de maíz amiláceo se observó que la variedad Choclero alcanzó los mayores valores (3,93 t/ha) en comparación a las variedades Chullpi (3,73 t/ha) y Huancavelicano (2,9 t/ha) tal como lo demuestra el Gráfico 5, estos rendimientos fueron mermados por la granizada del 27/01/2010 afectando a la variedad Huancavelicano durante la fase de maduración lechosa y pastosa; Chullpi en maduración lechosa y el Choclero que se comportó más tardío mostrando el inicio de la maduración córnea; durante este evento meteorológico las plantas mostraron hojas totalmente destrozadas sin diferencias entre las variedades, en muchas plantas solo quedó la nervadura central de las hojas; este evento no permitió una buena formación de fotosintatos; sin embargo se recuperaron con la aplicación de abono foliar Triple A y Orgabiol (20-10-5).

Las variedades Choclero y Chullpi fueron las más tolerantes a este evento y la variedad Huancavelicano la más susceptible.





Foto 4 y 5: Granizada en Ayacucho, 27 de enero 2010.



- **Segunda época de siembra (26/10/2009)**

Al realizar la comparación de medias de los rendimientos en seco de las 03 variedades de maíz amiláceo se observó que la variedad Chullpi alcanzó rendimientos de 1 t/ha en comparación a las variedad Choclero 0,95 t/ha y Huancavelicano 0,86 t/ha, tal como lo demuestra el gráfico 5; estos rendimientos fueron afectados por la granizada del 27/01/2010, evento que afectó significativamente a esta época de siembra ya que las diferentes variedades se hallaron en inicio de las fases de panojamiento y espiga, las plantas que estuvieron en la fase de panojamiento fueron las más afectadas por hallarse en una etapa reproductiva.



Con la finalidad de contrarrestar a este evento se aplicó abono foliar Triple A y Orgabiol (20-10-5); así mismo se observó que las variedades más tolerantes a este evento fueron la Chullpi y Choclero; siendo la más susceptible para esta época la variedad Huancavelicano.





• **Tercera época de siembra (26/10/2009)**

Esta época fue la más afectada por la granizada del 27/01/2010 debido a que los rendimientos alcanzados en todas la variedades fueron muy bajos; observándose que la variedad Choclero obtuvo rendimientos de 0,45 t/ha, Chullpi 0,35 t/ha y Huancavelicano 0,25 t/ha y, tal como lo demuestra el Gráfico 5. Este evento afectó significativamente esta tercera época de siembra ya que las diferentes variedades se encontraban en inicio de la fase de panojamiento, las plantas mostraron hojas extendidas que fueron dañadas totalmente, mientras que las plantas que se hallaron en formación del cogollo sufrieron menor daño, así mismo se aplicó abono foliar Triple A y Orgabiol (20-10-5).

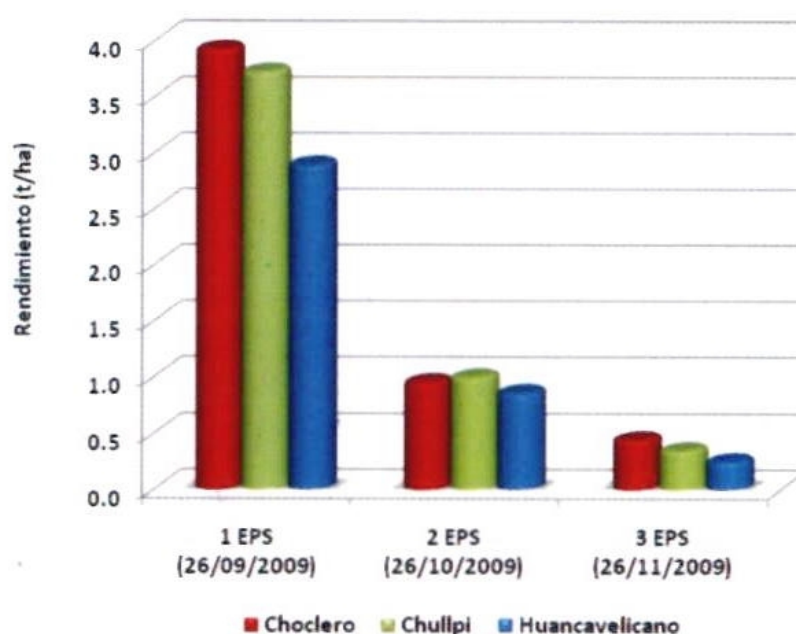


Gráfico 5: Rendimiento de cultivares de maíz amiláceo en tres épocas de siembra en Ayacucho. Campaña agrícola 2009/2010.

**Evaluación de los rendimientos en seco (t/ha) en tres variedades de maíz amiláceo en las instalaciones del INIA Canaán-Ayacucho. Campaña Agrícola 2010-2011.**

- **Primera época de siembra (03/11/2010)**

Para esta época las diferentes variedades de maíz en estudio fueron afectados por la granizada que se presentó el 17/12/2010, este evento afectó a las variedades Choclero, Chullpi y Huancavelicano que se hallaron en la fase fenológica de 8 y 9 hojas, ocasionando pérdidas del área foliar en 60 a 70 % aproximadamente (Fotos 6 y 7). También se observó que la variedad Choclero fue la más afectada en relación a las otras variedades en estudio, debido a que esta variedad presentó morfológicamente hojas más anchas, la cual nos indicó el tamaño y la intensidad de la granizada.

Luego de este evento se aplicó abono foliar Triple A y Orgabiol (20-10-5), lo que permitió una gran recuperación de la planta, especialmente para la variedad Choclero que alcanzó rendimientos de 5,5 t/ha, estos rendimientos fueron similares a los rendimientos potenciales de 5,2 t/ha, tal como indica la ficha técnica para el maíz Choclero; así mismo la variedad Chullpi obtuvo 4,6 t/ha y Huancavelicano 2 t/ha, tal como se muestra en el Gráfico 5.



Fotos 6 y 7: Plantas de primera época de siembra de maíz afectada por granizada del 17/12/2010.







- **Segunda época de siembra (17/11/2010)**

Así mismo, para esta época las diferentes variedades de maíz en estudio también fueron afectados por la granizada del 17/12/2010, este evento afectó a las diferentes variedades Choclero, Chullpi y Huancavelicano que se hallaron en las fases fenológicas 6, 7 y 8 hojas, ocasionando pérdidas del área foliar en 50 % aproximadamente; además se observó que la variedad Choclero fue la que presentó los mayores efectos en comparación a las variedades Chullpi y Huancavelicano; asimismo consideramos que los daños de las hojas fueron muy similares a las plantas de la primera época de siembra.



Luego de este evento se aplicó abono foliar Triple A y Orgabiol (20-10-5), lo que permitió una gran recuperación de la planta, especialmente para la variedad Choclero que alcanzó rendimientos de 4,6 t/ha, la variedad Chullpi obtuvo 2,7 t/ha y Huancavelicano 1,6 t/ha, tal como se muestra en el Gráfico 6.

- **Tercera época de siembra (10/12/2010)**

Esta época también fue afectada por la granizada del 17/12/2010, debido a que los rendimientos alcanzados en todas las variedades fueron muy bajos; en donde la variedad Choclero obtuvo rendimientos de 3 t/ha, Chullpi 2,8 t/ha y Huancavelicano 1,7 t/ha y, tal como se presenta en el gráfico 6, este evento afectó significativamente a esta época de siembra ya que las diferentes variedades se encontraban en la fase de emergencia y aparición de 2 hojas, así mismo se aplicó abono foliar Triple A y Orgabiol (20-10-5).



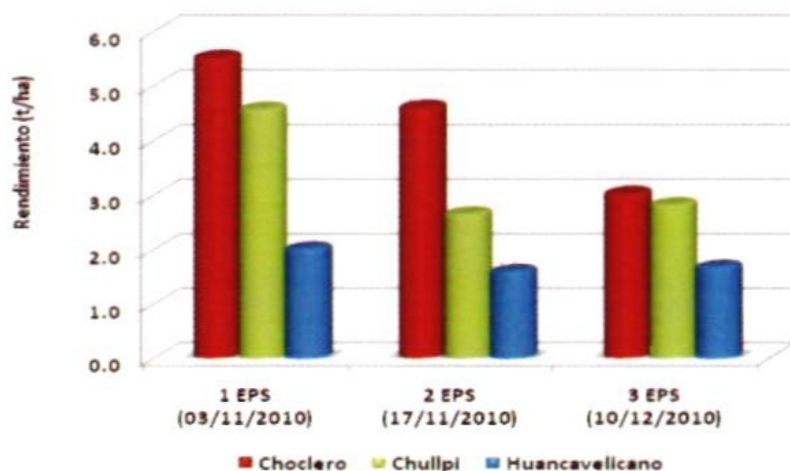


Gráfico 6: Rendimiento de cultivares de maíz amiláceo en tres épocas de siembra en Ayacucho. Campaña agrícola 2010/2011.



### Conclusiones:

- Durante la campaña agrícola 2009-2010, la granizada registrada el 27/01/2010 afectó con mayor intensidad los rendimientos finales de la tercera época (26/11/2009) a las diferentes variedades como el Choclero 87,3 %, Chullpi 88,4 % y Huancavelicano 91,7 %; durante la segunda época (26/10/2009) el Choclero fue afectado en 72,7 %, Chullpi 66,7 % y Huancavelicano 71,4 %; y durante la primera época (26/09/2009) las variedades Choclero y Chullpi fueron más tolerantes con respecto al Huancavelicano afectado en 3,5 %.
- Durante la campaña agrícola 2010-2011, la granizada del 17/12/2010 afectó con mayor intensidad los rendimientos finales de la tercera época de siembra (10 de diciembre) en las diferentes variedades Choclero en 13,2 %, Chullpi 5,4 % y Huancavelicano 43,8 %; durante la segunda época (17 de noviembre) las variedades que fueron afectados son el Chullpi en 11 % y Huancavelicano 46,4 % y durante la primera época (3 de noviembre) la variedad más afectada fue el Huancavelicano en 32,7 %.





- A pesar de las granizadas registradas durante las campañas agrícolas 2009/2010 y 2010/2011, de mayor y menor intensidad respectivamente; la variedad de maíz Choclero alcanzó los mayores rendimientos (3,9 t/ha a 5,5 t/ha) que Chullpi (3,73 t/ha a 4,58 t/ha) y Huancavelicano (2,9 t/ha a 2 t/ha) durante la primera época de siembra; comportándose como la variedad más tolerante y que se adapta a las condiciones climáticas de riesgo en la zona de estudio, seguida de Chullpi y Huancavelicano, ésta última como la más susceptible. Asimismo, las primeras épocas de siembra (finales de setiembre a inicios de noviembre) fueron las menos impactadas y las terceras épocas de siembra (finales de noviembre a quincena de diciembre) las de mayor impacto negativo.



#### Recomendaciones:

- En la región Ayacucho, se recomienda sembrar la variedad Choclero, a finales de setiembre a inicios de noviembre, porque se alcanzará rendimientos aproximados entre 3,9 t/ha a 5,5 t/ha; y además será la época de siembra con menor riesgo frente a un evento de granizada. Así mismo no es recomendable sembrar a fines noviembre a inicios de diciembre ya que habrá mayor probabilidad de ser afectado por un evento de granizada.



## 6. REQUERIMIENTO HIDRICO DEL CULTIVO

El consumo de agua de los cultivos está directamente influenciado por las condiciones ambientales que se dan en cada campaña. Entre las variables que más influyen están la temperatura, radiación solar, humedad relativa y viento.

Uno de los elementos más importantes para la planta es el agua. El agua cumple tres funciones principales en las plantas: interviene en la constitución de los tejidos vegetales, sirve como medio de transporte de los nutrientes del suelo, y ayuda en las reacciones internas del vegetal.

Por lo tanto es indispensable el suministro de agua a la planta, siempre que dicho elemento sea dado en su justa proporción: que no falte, pero tampoco exceda.

En general la sierra del Perú, se caracteriza por ser una región semi húmeda. La lluvia por sí sola no alcanza a satisfacer las necesidades de agua de la planta, el riego se emplea para suplir esta deficiencia.

Las lluvias suministran el agua que requiere el cultivo de maíz, pero se puede usar el riego, como complemento cuando las lluvias no satisfacen el cultivo.

En el trabajo de investigación realizado, se utilizó un lisímetro de tipo de nivel freático constante, donde fue sembrado el cultivo de maíz, variedad choclero INIA 617. Se describe los resultados para la campaña agrícola 2009/2010.





Foto 8: Lisímetro de nivel freático constante con cultivo de maíz en

### **Evapotranspiración potencial y necesidad de agua del cultivo de maíz variedad Choclero en la EEA-Canaán Ayacucho**

Desde el inicio de la emergencia hasta la maduración fisiológica del cultivo la evapotranspiración promedio del cultivo de referencia (ETP) fue de 4,2 mm/día y el promedio de consumo de agua del cultivo fue de 2,6 mm/día.

La evapotranspiración total del cultivo de referencia y el consumo de agua total del maíz fueron de 720 mm y 492,5 mm, respectivamente.

Para la emergencia, el consumo de agua fue de 10 mm, incrementándose a 167,2 mm para las fases comprendidas entre 2 hojas a 12 hojas; alcanzando el mayor consumo de agua para las fases de floración masculina y floración femenina, con valores de 116,9 y 127,4 mm respectivamente y reduciéndose el consumo en la fase de madurez (lechosa, pastosa y fisiológica), totalizando para estas fases 71,3 mm (Gráfico 7).



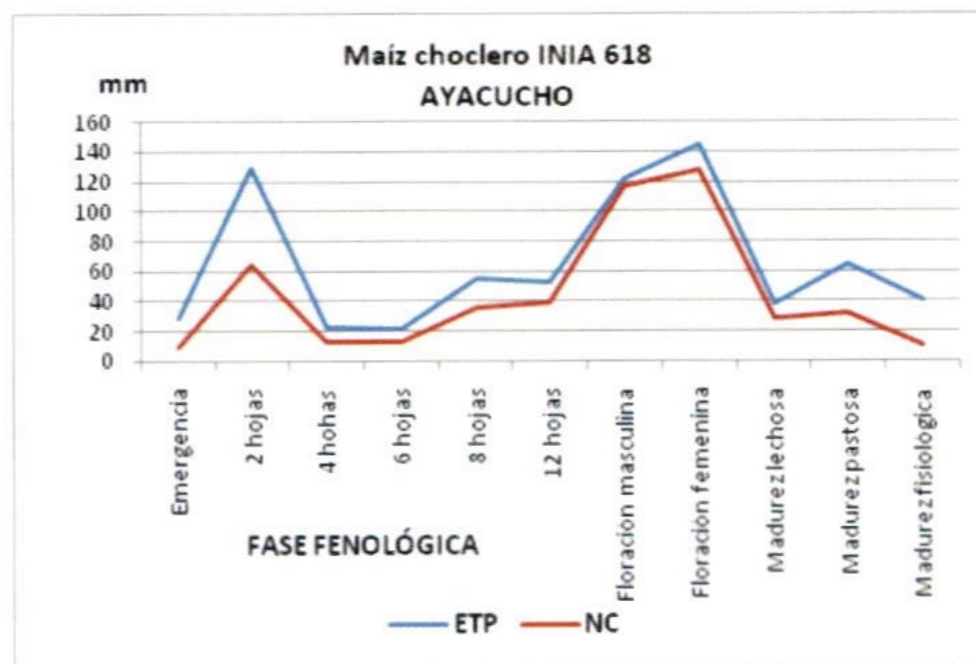


Gráfico 7: Evapotranspiración de referencia y consumo de agua en el cultivo de maíz amiláceo, variedad Choclero, en Ayacucho.



**Coefficiente de cultivo ( $K_c$ ) para el maíz Variedad Choclero INIA 618; Campaña Agrícola 2009/2010; EEA INIA Ayacucho**

El coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) para el maíz amiláceo, variedad Choclero en Ayacucho, fue de 0,3 para la emergencia; un promedio 0,5 para las fases de 2 hojas a 8 hojas; de 0,8 para las fases de 10 a 12 hojas; entre 1 a 0,9, para floración (masculina y femenina) y de 0,5 para las fases de maduración lechosa, pastosa y fisiológica (Gráfico 8).



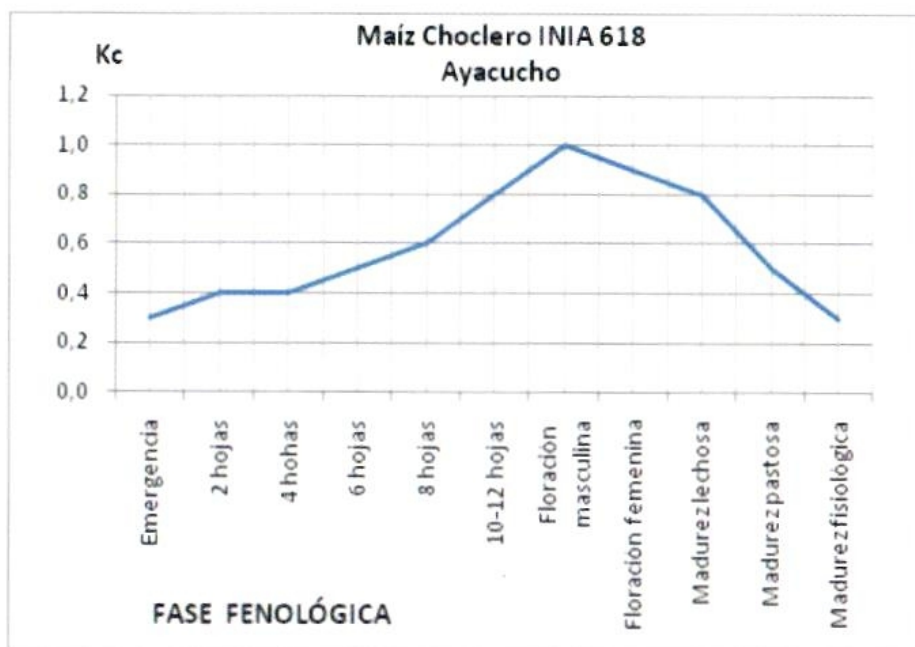


Gráfico 8: Coeficiente de cultivo (Kc) de maíz amiláceo, variedad Choclero en Ayacucho.



Instalando el tanque evapotranspirómetro



Lisímetro instalado, listo para llevar a capacidad de campo antes del trasplante de las plantas de aicachofa.

Fotos 9 y 10: Procesos de instalación de lisímetro en Ayacucho.

### Conclusiones:

- La evapotranspiración total del cultivo de referencia y el consumo de agua total del maíz fueron de 720 mm y 492,5 mm, respectivamente.
- El coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) para el maíz amiláceo, variedad Choclero, en Ayacucho, fue de 0,3 para la emergencia; 0,5 para las fases de 2 a 8 hojas; de 0,8 para las fases de 10 a 12 hojas; entre 1 a 0,9 para floración (masculina y femenina) y de 0,5 para las fases de maduración del cultivo (Gráfico 8).

### Recomendaciones:

- Continuar las investigaciones con diferentes variedades de maíz.





## 7. MANEJO FITOSANITARIO



Las plagas y enfermedades constituyen una de las principales causas de pérdidas de cosecha y calidad en el mundo.

El control de plagas y enfermedades consiste en aplicar diferentes técnicas para disminuir las poblaciones de insectos plaga, los métodos de control empleados son los biológicos, químicos, y culturales, pueden ser preventivos o curativos dependiendo del grado de incidencia del insecto.



Imagen 4: Presencia de plaga en la mazorca



En los experimentos ejecutados en campos de la EEA Canaán - Ayacucho ubicada a 2 760 msnm, durante las campañas agrícolas 2009-2010 y 2010-2011 con las variedades de maíz Chullpi, Choclero INIA 617 Wari y la raza Astilla-Almidón Huancavelicano, se ha observado durante los primeros 45 días, daños de comedura en hojas causada por *Diabrotica spp*, la misma se controló con aplicaciones de insecticida a base de metamidofos y clorpirifos a la dosis de 1cc por litro de agua.

Para la aplicación del insecticida, previamente el agua fue regulada a un pH de 5,5 con el uso de BB 5, con la finalidad de mejorar la calidad del agua. Las aplicaciones para el control de las plagas comedores de hoja se realizaron cuando las plantas tenían 4 y 6 hojas, la misma que se repitió a 6 y 8 hojas.



Otra plaga de importancia fue *Spodoptera frugiperda*, cuyas larvas se presentaron cuando las plantas tenían de 4, 6, 8 y 10 hojas, los daños fueron significativos. Para su control se aplicó un granulado a base de Dipterox, cuando las plantas tenían entre 6 a 10 hojas.



Las variedades en evaluación, no mostraron diferencias significativas a los daños provocados por comedura de hojas por las plagas.

En las variedades en evaluación, se realizó el conteo de individuos de *Dalbulus maydis*, transmisor del virus del "rayado fino" y "puca puncho". Para las condiciones de la EEA. Canaán, el número de individuos en base a 100 plantas, en promedio fue de 0,5 individuos por planta.



Foto 11: Presencia de rayado fino



A la evaluación de enfermedades sistémicas causado por el virus del "rayado fino" y "puca punchu" en EEA. Canaán, la infección en plantas sembradas en la primera época de siembra para "rayado fino" fue de 15% para Choclero INIA 617 Wari, Chullpi 8 % y Astilla-Almidón Huancavelicano 25 %, que fue la más sensible al virus; además las plantas dañadas por el virus en esta variedad, presentaban infección por fitoplasmosis, síntomas que también se observa en forma muy ligera en las otras variedades.





La evaluación de las enfermedades, fue cortada en las variedades como consecuencia del daño producido en las plantas por la granizada ocurrida el 27 de enero del 2010, que no permitió medir el porcentaje de incidencia en las variedades, debido a que las plantas quedaron totalmente dañadas con pérdida de casi el 90% de las hojas.

### **Campaña agrícola 2010-2011**

Se ejecutó el experimento con las mismas variedades de maíz amiláceo, en la que durante el crecimiento del cultivo se tuvo alta incidencia de fitoplasmosis, conocido en la zona como "puca punchu", esta enfermedad se presentó en plantas en 8 a 10 hojas, manifestándose los síntomas con una clorosis y enrojecimiento de las hojas en la etapa de formación de granos y madurez de granos, estas plantas afectadas antes de la fase fenológica de floración no llegaron a formar mazorcas, mientras que las plantas con infección post floración formaron mazorcas con granos pequeños. (Gráfico 9).



De los cultivares evaluados, con siembra de noviembre los cultivares Astilla-Almidón Huancavelicano y Choclero fueron los más sensible al ataque de la enfermedad con una incidencia de más de 46 %, seguido por Chullpi con 31 % de infección.



Foto 12: Presencia de "puca punchu"

Los resultados confirman que los maíces amiláceos son sensibles a la enfermedad en zonas bajas, donde los rendimientos son afectados seriamente, por los que cultivares amiláceos deben sembrarse en zona por encima de los 3 200 msnm, lugares donde insecto vector se encuentra en menor población.

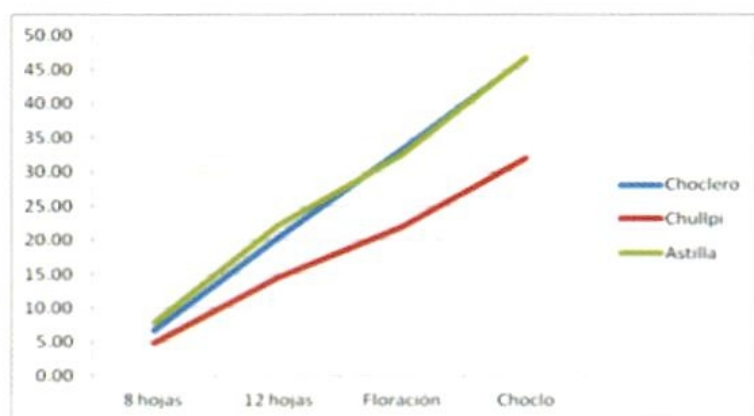


Gráfico 9: Incidencia de "puca punchu" en tres cultivares de maíz amiláceo, Ayacucho, Campaña 2010/2011.

El insecto vector, responsable de la transmisión y diseminación de la enfermedad en el cicadelido *Dalbullos maydis*, que bajo condiciones de sequía incrementa su población, que coincide con las primeras etapas de crecimiento de las plantas de maíz, en los valles interandinos (desde 2 a 10 hojas), para la evaluación realizada los primeros síntomas se manifestaron a partir de que las plantas contaban con 8 hojas, cuya incidencia se incrementa hasta la cosecha. Las plantas de maíz una vez infectada por la enfermedad, no tiene ningún tipo de control, recomendándose para la siembra zonas altas con poco riesgo de heladas, cultivares adaptadas a las condiciones de suelo, clima y manejo adecuado de las prácticas culturales como nutrición, uso de semilla de calidad y labores agronómicas oportunas.



Imagen 5: Presencia de cicadelido





A la cosecha, se ha determinado para la primera época de siembra plantas tumbadas para Chullpi (14,8 %), Choclero (8,6 %) y Huancavelicano (9,3 %). Para pudrición de mazorca, Huancavelicano presentó un 46,1 % de mazorcas podridas, seguido por Choclero (40,5 %) y Chullpi (45,1 %), estos resultados para la siembra realizada en noviembre, indica la necesidad de programar un control adecuado y oportuno del insecto cogollero, que favorece la pudrición de las mazorcas, además en esta época de siembra, el número de mazorcas formadas fue bajo en casi 50 % en relación al número de plantas por cada cultivar (Tabla 1).



**Tabla 1: Mazorcas con daño por insectos y pudrición por hongos en tres variedades de maíz amiláceo, sembradas en setiembre. Ayacucho, campaña 2010/2011.**

Tratamiento	Nº de Plantas		Nº mazorcas				Peso de mazorcas (kg)		
	Cosechadas	Tumbadas %	Total	Sanas	Daño / Insecto	Podridas %	Total	Sanas	Podridas %
Chullpi	69,6	14,8	37,6	20,6	62,8	45,1	7,8	5,8	25,5
Choclero	73,7	8,5	66,6	39,6	52,0	52,0	9,1	6,7	26,1
Huancavelicano	71,6	9,3	36,6	16,3	18,1	18,1	3,4	1,8	46,0



Cuando la siembra fue 15 días después, se tuvo mayor número de plantas tumbadas en Huancavelicano con 15,6 %, seguido por Choclero con 11,0 % y Chullpi con 6,3 %. Para pudrición de mazorca, en Huancavelicano casi se duplicó en relación a los resultados de la primera época (75,2 %), seguido por Choclero con 43,0 % y Chullpi con 37,0 %, problema muy serio en la producción de maíces amiláceos en altitudes por debajo de los 3,000 msnm, que se refleja en el número de mazorcas cosechadas en relación al número total de las plantas (Tabla 2).

**Tabla 2: Mazorcas con daño por insectos y pudrición por hongos en tres variedades de maíz amiláceo, sembradas en octubre. Ayacucho, campaña 2010/2011.**

Tratamiento	Nº de Plantas			Nº mazorcas			Peso de mazorcas (kg)		
	Cosechadas	Tumbadas %	Total	Sanas	Daño / Insecto	Podridas %	Total	Sanas	Podridas %
Chullpi	73,3	63,3	36,0	22,6	13,8	37,0	3,3	2,6	20,6
Choclero	63,3	11,0	50,3	28,6	12,5	43,0	7,6	5,6	25,7
Huancavelicano	64,4	15,6	28,3	7,0	5,8	75,2	1,7	0,5	71,1



En la tercera época de siembra, el tumbado de plantas en los cultivares se mantienen muy similares, mientras que para pudrición de mazorca, Huancavelicano presentó 64,7 %, seguido por Choclero con 38,9 % y Chullpi con 24,3 %. Cabe indicar que el número de plantas que formaron mazorcas fueron solo casi el 50 % de las plantas, esto indica la susceptibilidad de los cultivares a la enfermedad del "puca punchu", limitante de la producción de maíz amiláceo en zonas bajas de los valles interandinos (Tabla 3).



**Tabla 3. Mazorcas con daño por insectos y pudrición por hongos en tres variedades de maíz amiláceo, sembradas en noviembre. Ayacucho, campaña 2010/2011.**

Tratamiento	Nº de Plantas			Nº mazorcas			Peso de mazorcas (kg)		
	Cosechadas	Tumbadas %	Total	Sanas	Daño / Insecto	Podridas %	Total	Sanas	Podridas %
Chullpi	73,6	5,8	37,0	28,0	9,9	24,3	3,6	3,2	10,1
Choclero	74,0	4,9	37,6	23,0	4,4	38,9	4,3	3,0	30,2
Huancavelicano	73,3	7,2	28,3	10,0	7,0	64,7	2,1	1,0	50,8



## 8. RECOMENDACIONES AL PRODUCTOR



- Antes de empezar con el cultivo de maíz, el productor necesita conocer las condiciones edafoclimáticas de la zona, con el fin de escoger un sistema adecuado de producción, según las condiciones de la región. Entre estas condiciones, está el clima y el suelo; dos aspectos sumamente importantes para determinar con mayor precisión la ubicación del campo de cultivo, que se traduce posteriormente en mayor producción y productividad para los productores.



- En la región Ayacucho, se recomienda sembrar la variedad Choclero, a finales de setiembre a inicios de noviembre, porque se alcanzará rendimientos aproximados entre 3,9 a 5,5 t/ha; y además será la época de siembra con menor riesgo frente a un evento de granizada. Así mismo no es recomendable sembrar a fines noviembre a inicios de diciembre ya que habrá mayor probabilidad de ser afectado por un evento extremo sea granizada o helada.



- Uno de los elementos más importantes para la planta es el agua. El agua cumple tres funciones principales en las plantas: interviene en la constitución de los tejidos vegetales, sirve como medio de transporte de los nutrientes del suelo, y ayuda en las reacciones internas del vegetal. Por lo tanto es indispensable el suministro de agua a la planta, siempre que dicho elemento sea dado en su justa proporción: que no falte, pero tampoco exceda. Si falta, no puede cumplir con las tres funciones principales ya mencionadas. El otro extremo, el exceso también es perjudicial.

- Para el cultivo de maíz, se recomienda utilizar el uso consuntivo del cultivo para aplicar el riego complementario, en función a los requerimientos de agua del cultivo según sus fases fenológicas.



Imagen 6: maíz Chulpi



Imagen 7: maíz Choclero





## 9. RECOMENDACIONES AL TECNICO Y PROFESIONALES



- La población consumidora, ha venido incrementándose, por lo tanto es importante seguir mejorando e identificando las mejores variedades de maíz para su investigación, mejoramiento de la tecnología y lograr mayores rendimientos, teniendo en cuenta las diferentes condiciones edafoclimáticas y reducir los costos de producción; además generar mayor número de trabajo. Y como profesionales se debe seguir promoviendo la investigación y la promoción de este cultivo en beneficio del país.



- Seguir innovando la tecnología a usar, para tener los mejores resultados.
- Debe existir una participación multidisciplinaria, para consolidar el proceso productivo y de comercialización del cultivo.



## BIBLIOGRAFÍA

- **MINAG. 2010. Producción Agrícola 2010**, Oficina de estudios económicos y estadísticos, Lima.
- **MINAG. 2011. Producción Agrícola 2011**, Oficina de estudios económicos y estadísticos, Lima.





**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE AGROMETEOROLOGÍA**

Jr. Cahuide N° 785

Jesús María - Lima

Teléf. 511-6141413 511-6141414 Fax. 511-4717287

E mail: [senamhi@senamhi.gob.pe](mailto:senamhi@senamhi.gob.pe)

E mail: [dga@senamhi.gob.pe](mailto:dga@senamhi.gob.pe)

Pág web: [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)