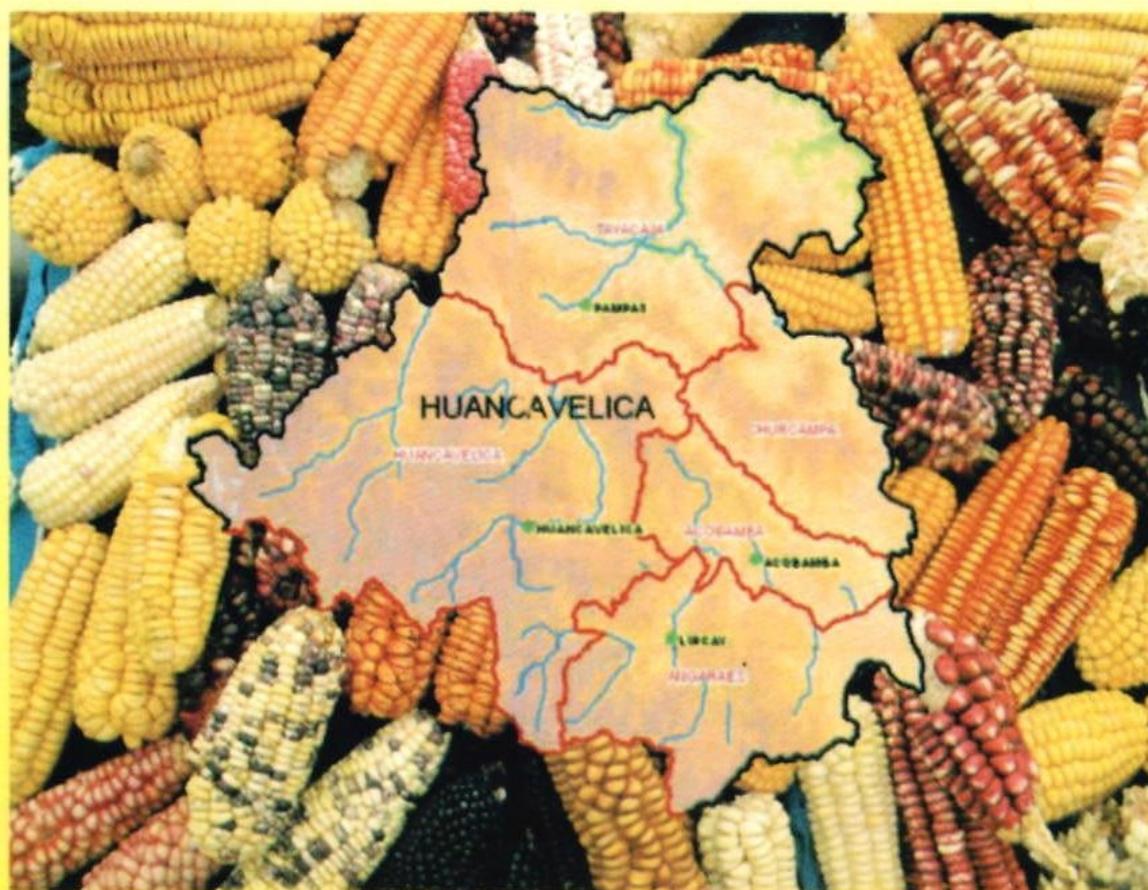


**PROYECTO
014-PIBAP-2009**

**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 Huancavelica**



Cartilla Técnica

Investigación Agrometeorológica en el cultivo de maíz amiláceo en la región norte de Huancavelica



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

PROYECTO 014-PIBAP-2009:

"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 Huancavelica

EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

Irene Trebejo Varillas

Wilfredo Yzarra Tito

Darío Fierro Zapata

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA-EEA CANAÁN-INIA-AYACUCHO

Abraham Villantoy Palomino

Godofredo Mamani Mamani

INSTITUCIÓN COLABORADORA

Instituto Superior Tecnológico Público de Churcampa Huancavelica

TESISTA

Elmer Santos Galván

DISEÑO Y ELABORACION DE CARTILLA

Consultor privado Enefino De la Cruz Quispe

E mail : enedinelacruz@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° 2012-01523

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	25
7. Manejo fitosanitario	30
8. Recomendaciones al productor	34
9. Recomendaciones al técnico y profesionales	35
Bibliografía	36



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 Huancavelica, 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 experimentales del Instituto Superior Público de Churcampa en Huancavelica.



Foto 1. Investigación agrometeorológica del maíz en Churcampa-Huancavelica

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 g de proteínas, 25 g de hidratos de carbono, 3 g de fibra, 260 mg de potasio, 240 mg de beta carotenos y 38 mg de magnesio según la FAO¹.



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.

¹ FAO, página web de FAO www.fao.org/index_es.htm

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, 2011)².



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 2010, 2011)³.



En la región Huancavelica, 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.

En la región Huancavelica, según el MINAG (2010, 2011)⁴, para el año 2010, se cosechó 13 054 ha de maíz amiláceo y para el año 2011 se cosechó 12 649 ha, con una producción de 18 942 TM y 19 649 TM, respectivamente; con un rendimiento promedio de 1 451 kg/ha y 1 553 kg/ha, respectivamente.



2, 3, 4 MINAG 2010, 2011 Producción Agrícola 2010, 2011. Oficina de estudios económicos y estadísticos, Lima



Para el caso del maíz choclero en la región Huancavelica, según el MINAG (2010, 2011)⁵, el año 2010 se cosecharon 569 ha y 389 ha el año 2011, con una producción de 5 324 TM y 3 461 TM respectivamente, con un rendimiento promedio de 9 352 kg/ha y 8 905 kg/ha respectivamente.

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.



Foto 2: Parcelas experimentales de maíz en Churcampa Huancavelica



⁵ MINAG 2010, 2011. Producción Agrícola 2010, 2011. Oficina de estudios económicos y estadísticos, Lima

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 los campos de producción del Instituto Tecnológico Superior Público de Churcampá (ISTP) en Huancavelica, se monitoreó las condiciones meteorológicas de temperatura, precipitación, humedad, radiación solar y viento, los cuales se describen a continuación.



a. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

A partir de una estación meteorológica automática instalado en el Instituto Superior Tecnológico Público (ISTP), distrito de Ccehcá Urcco, provincia de Churcampá, cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud : 12°44' 06'' S

Longitud : 74° 23' 15'' W

Altitud : 3 370 msnm



Foto 3: Estación meteorológica

Se midieron un conjunto de parámetros que caracterizaron la campaña agrícola de maíz. Período de medición: Octubre 2009 - Julio 2010..

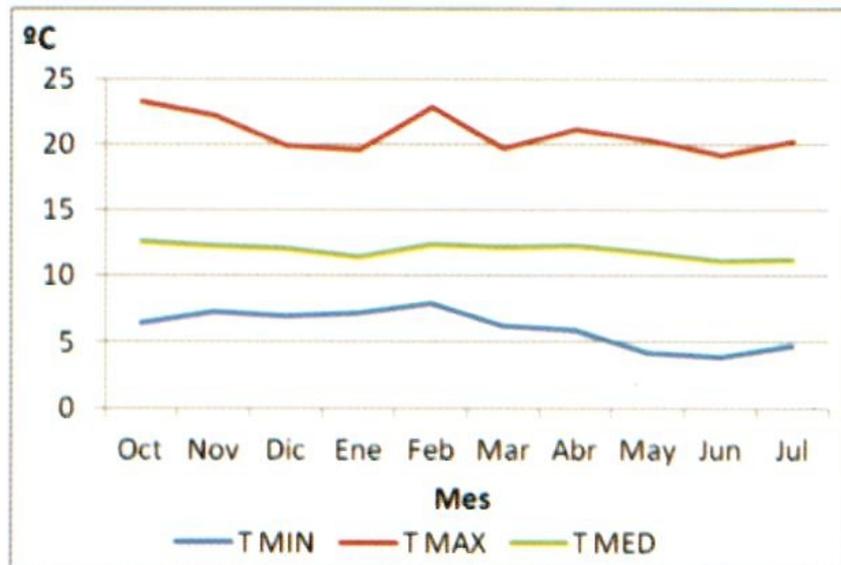


• **Temperaturas media, máxima y mínima**

El Gráfico 1 presenta la variación anual de la temperatura del aire (media, máxima y mínima) para la estación de Churcampa, donde se observa que la temperatura media promedio para todo el período fue de 12,0 °C, fluctuando entre los 11,1 (junio) y 12,6 °C (noviembre).

Se observa dos picos de temperatura máxima, uno en octubre y el otro en febrero. La temperatura máxima promedio para todo el período fue de 20,9 °C, siendo los valores más altos en octubre (23,3 °C) y los más bajos en junio (19,2 °C). (Gráfico 1)

La temperatura mínima promedio fue de 6,0 °C, las temperaturas mínimas más bajas se registraron en junio (3,8 °C) y las temperaturas mínimas más elevadas en la estación lluviosa del verano, dada la elevada humedad atmosférica, febrero (7,8 °C).

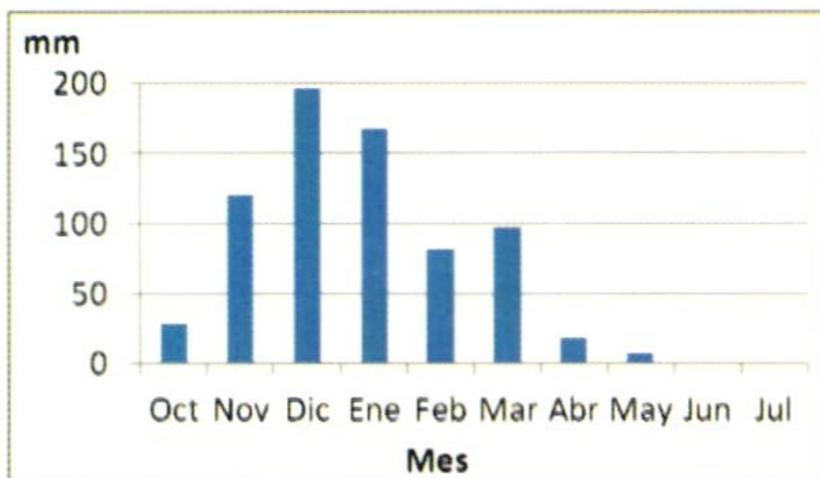


Fuente: SENAMHI, 2010. Registro de estación automática Churcampa - Huancavelica

Gráfico 1: Distribución mensual de la temperatura mínima, máxima y media registrada en Churcampa - Huancavelica. Estación ISTEP. Período (Octubre 2009 - Julio 2010).

• **Precipitación**

La mayor precipitación se registró entre los meses de diciembre (196 mm) y enero (167 mm), llegando a totalizar 716 mm. (Gráfico 2).



Fuente: SENAMHI, 2010. Registro de estación automática Churcampa - Huancavelica

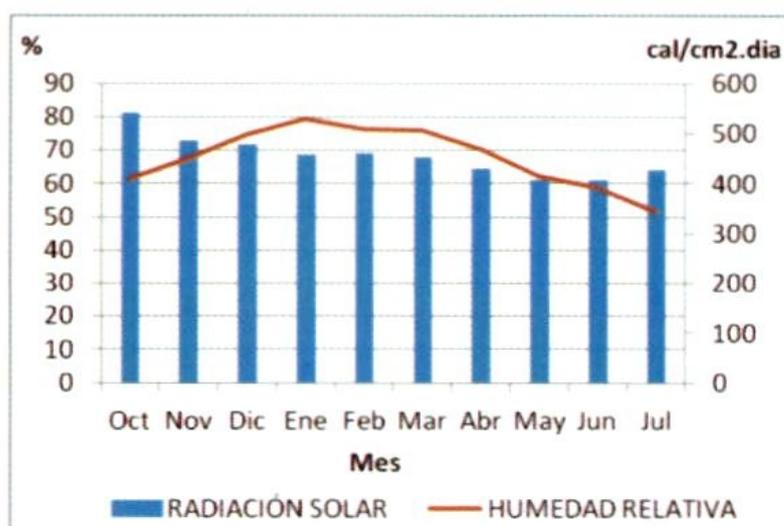
Gráfico 2: Distribución mensual de la precipitación total registrada en Churcampa - Huancavelica. Período (Octubre 2009 - Julio 2010).

• **Radiación solar y humedad relativa**

La radiación solar promedio fue de 455 cal/cm²/día, la radiación solar mas intensa se registró en el mes de octubre y la menos intensa en mayo, con un promedio de 541 cal/cm²/día y 407 cal/cm²/día respectivamente. La mayor radiación solar recibida en noviembre obedece a la menor cobertura nubosa alcanzada en esa época cuando se da inicio al periodo lluvioso en la zona. (Gráfico 3).

La humedad relativa promedio fue del 68 %, con valores máximos de 79 % en la estación lluviosa y húmeda (enero) y mínimos de 52 % en la estación seca (junio).





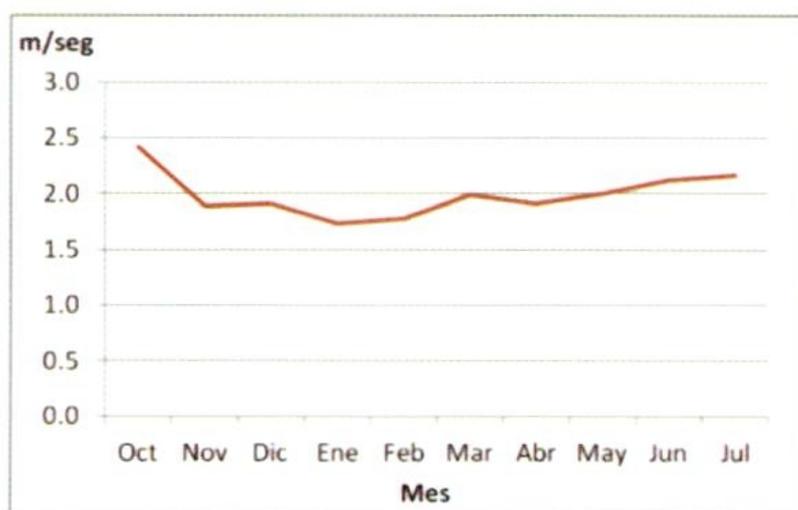
Fuente: SENAMHI, 2010: Registro de estación automática Churcampa - Huancavelica.

Gráfico 3: Distribución mensual de la radiación y la humedad relativa media registrada en Churcampa - Huancavelica. Período (Octubre 2009 - Julio 2010).

• **Viento y presión atmosférica**

La velocidad del viento promedio fue de 2,0 m/s, con valores más altos en octubre (2,4 m/s) y más bajos en el verano (enero, 1,7m/s). (Gráfico 4).

La presión atmosférica promedio fue de 684,4 hPa.



Fuente: SENAMHI, 2011: Registro de estación automática Churcampa - Huancavelica.

Gráfico 4: Distribución mensual del viento en Churcampa - Huancavelica. Período (Octubre 2009 - Julio 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.

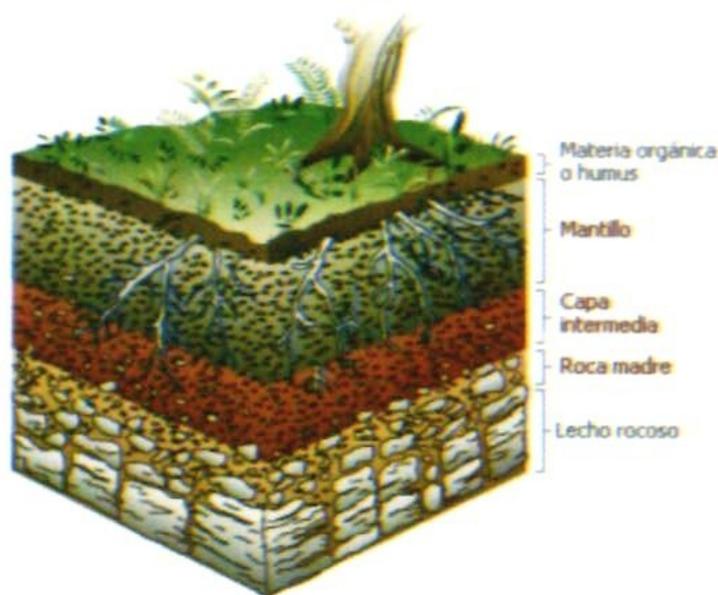


Imagen 1: Perfil del suelo ideal

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 rendimientos 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, que 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 4: 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 afecto 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 %) tiene un 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 los campos de producción del Instituto Superior Tecnológico Público de Churcampa en Huancavelica.

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 determinaron tres épocas de siembra para cada variedad de maíz, para la primera el 29 de setiembre, la segunda el 17 de noviembre y la tercera el 24 de noviembre del 2009.

- **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 50-80-60 de NPK y la segunda fertilización solo de nitrógeno de 50-0-0 de 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 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 5: Labores de cosecha en cultivo de maíz amiláceo Churcampa Huancavelica



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



Se presentan los resultados de los rendimientos en seco (t/ha) en tres variedades de maíz amiláceo en los campos experimentales del Instituto Superior Tecnológico Churcampa-Huancavelica, 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) para las 03 variedades de maíz amiláceo se observó que la variedad Choclero alcanzó los mayores rendimientos (5,78 t/ha), en comparación al Huancavelicano (5,4 t/ha) y Chullpi (5,4 t/ha), tal como se muestra en el Gráfico 5, estas variedades mostraron mejor adaptación a la localidad de Huancavelica.

- **Segunda época de siembra (07/11/2009)**

La variedad Choclero alcanzó rendimientos de 6 t/ha, en comparación a las variedades Chullpi (5,1 t/ha) y Huancavelicano (4 t/ha), tal como se muestra en el Gráfico 5. En esta segunda época de siembra, la variedad Choclero obtuvo mayor rendimiento que la primera época de siembra, seguido del Chullpi y Huancavelicano, respectivamente.

- **Tercera época de siembra (24/11/2009)**

La variedad Chullpi alcanzó rendimientos de 5 t/ha en comparación a las variedades Choclero 4,7 t/ha y Huancavelicano 4 t/ha, tal como se presenta en el Gráfico 5; en esta época de siembra la variedad Chullpi alcanzó mayor rendimiento comparado con las variedades Choclero y Huancavelicano.



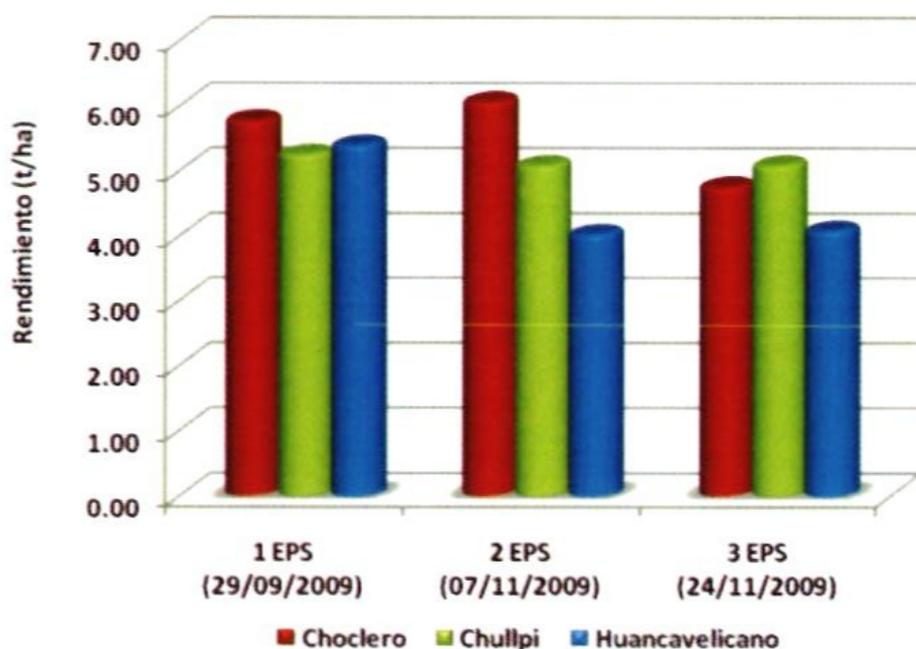


Gráfico 5: Rendimiento de cultivares de maíz amiláceo en tres épocas de siembra en Huancavelica Campaña agrícola 2009/2010.

Conclusiones:

- Durante la campaña agrícola 2009-2010, las diferentes variedades de maíz alcanzaron sus rendimientos potenciales, observándose durante la primera época de siembra (29 de setiembre) rendimientos en la variedad Choclero de 5,8 t/ha, Chullpi 5,3 t/ha y Huancavelicano de 5,4 t/ha. En la segunda época de siembra (07 de noviembre) el Choclero alcanzó 6,1 t/ha, Chullpi 5,1 t/ha y Huancavelicano 4 t/ha. En la tercera época (24 de noviembre) el Choclero obtuvo 4,8 t/ha, Chullpi 5,1 t/ha y Huancavelicano 4,1 t/ha.





- Durante la campaña agrícola 2009-2010, aplicando una tecnología media común para cualquier agricultor de la zona, las diferentes variedades de maíz presentaron sus rendimientos potenciales para la primera y segunda época de siembra (29 de setiembre y 7 de noviembre respectivamente), excepto Huancavelicano que se redujo en la segunda época. En la tercera época (24 de noviembre), la variedad Chullpi alcanzó los mayores rendimientos seguido del Choclero y Huancavelicano.

Recomendaciones:

- En la región Huancavelica se recomienda sembrar las diferentes variedades de maíz, a finales de setiembre a inicios de noviembre, ya que es la mejor época en que las variedades expresaran sus mayores rendimientos potenciales, especialmente la variedad Choclero que alcanzará rendimientos aproximados de 6 t/ha, Chullpi 5,2 t/ha y Huancavelicano 4,7 t/ha.



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. Se describe los resultados para la campaña agrícola 2009/2010 en Churcampa Huancavelica.



Foto 6: Lisímetro de nivel freático constante con cultivo de maíz variedad Choclero



Evapotranspiración potencial y necesidad de agua del cultivo de maíz amiláceo, variedad Choclero INIA 618 Wari, en el ISTP Churcampa Huancavelica.

Desde el inicio de la emergencia hasta la maduración fisiológica del cultivo, la evapotranspiración promedio del cultivo de referencia (ETP) fue de 3,0 mm/día y el consumo de agua promedio del cultivo de maíz, variedad Choclero fue de 2,3 mm/día.

La evapotranspiración total del cultivo de referencia y el consumo de agua total del maíz fueron de 462,8 mm y 388,2 mm respectivamente.

Se ha observado, que solo para la fase de de floración masculina y femenina, el consumo de agua del cultivo de maíz fue superior a la evapotranspiración de referencia. (Gráfico 6)



Para la emergencia, el consumo de agua fue de 8 mm, incrementándose a 56 mm para la fase de 2 hojas hasta 12 hojas, alcanzando los mayores consumos para las fases de floración masculina y femenina, totalizando 110 y 125 mm respectivamente y reduciéndose en las fases de maduración lechosa, pastosa y fisiológica (88 mm de consumo de agua).

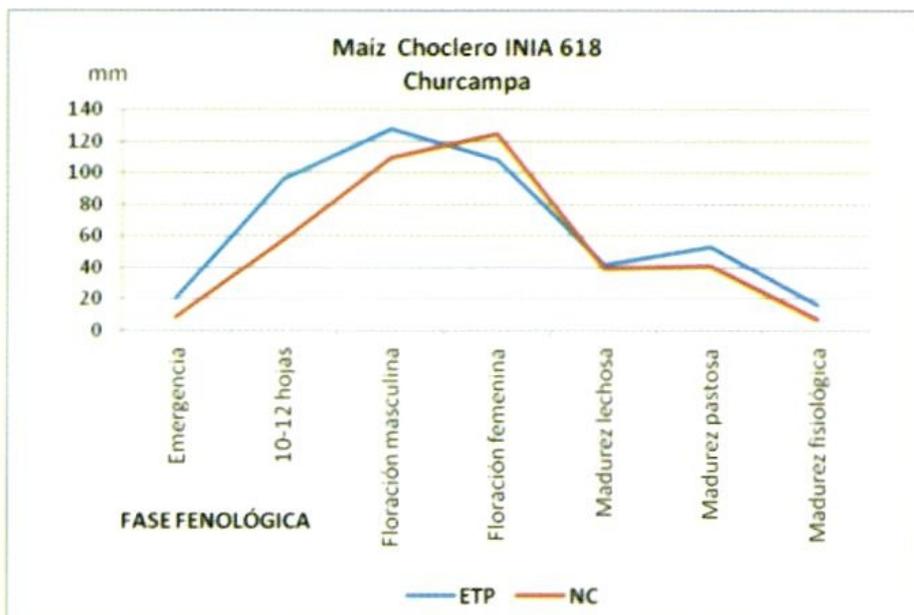


Gráfico 6: Evapotranspiración de referencia y consumo de agua en maíz amiláceo, variedad choclero, en Huancavelica.



Coefficiente de Cultivo (Kc) para el maíz amiláceo variedad Choclero INIA 618 Wari; campaña agrícola 2009/2010; ISTP Churcampa - Huancavelica.

El coeficiente de cultivo (Kc) para el maíz variedad Choclero, fue de 0,4 en la emergencia; 0,6 para la fase de 2 hojas a 12 hojas; incrementando entre 0,9 y 1,2 entre las fases de floración masculina y femenina, y reduciéndose a 0,7 para la fase de maduración del cultivo. (Gráfico 7).



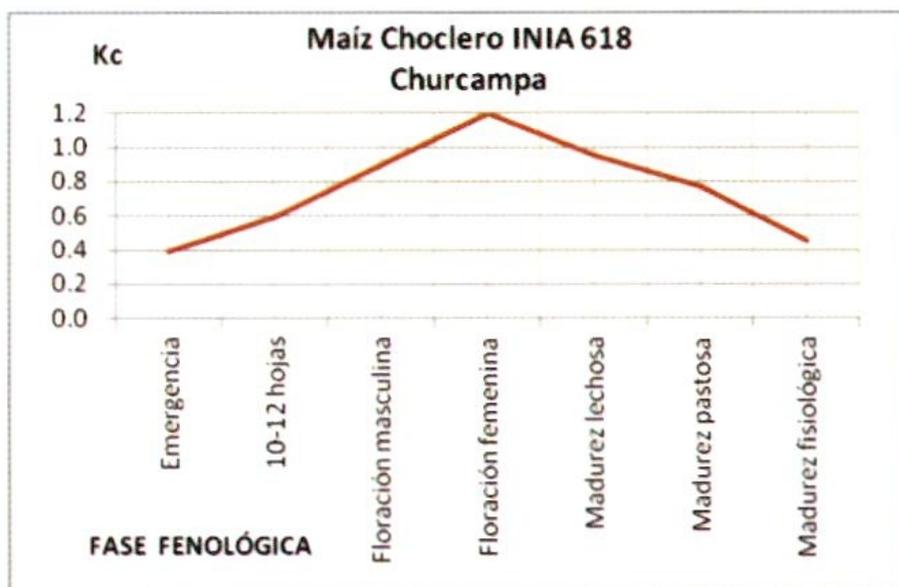


Gráfico 7: Coeficiente de cultivo (Kc) de maíz amiláceo, variedad choclero en Huancavelica.



Foto 7: Calibración del lisímetro para la siembra del cultivo



Foto 8: Construcción del techo para el tanque del lisímetro con cultivo.



Fotos 7 y 8: Procesos de instalación de lisímetro en Huancavelica.

Conclusión:

La evapotranspiración total del cultivo de referencia y el consumo de agua total del maíz fueron de 462,8 mm y 388,2 mm respectivamente. El coeficiente de cultivo (K_c) para el maíz variedad Choclero, fue de 0,4 en la emergencia; 0,6 para la fase de 2 hojas a 12 hojas; entre 0,9 a 1,2 entre las fases de floración masculina y femenina, y de 0,7 para la fase de maduración del cultivo.



Recomendación:

Continuar las investigaciones con diferentes variedades de maíz en la región.



7. MANEJO FITOSANITARIO



Las plagas y enfermedades constituyen una de las principales causas de pérdidas de cosecha y calidad en la actividad agrícola.

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 2: Presencia de *Spodoptera frugiperda*

En los experimentos ejecutados en Churcampá, Huancavelica a 3 370 msnm, se ha observado durante los primeros 45 días, daños menores 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 1 cm³ 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 para la aplicación del producto. Los daños provocados por esta plaga fueron menores, sin embargo se realizó una aplicación cuando las plantas mostraban la fase fenológica de 04 y 06 hojas formadas, esta aplicación también sirvió para el control de *Spodoptera frugiperda*.



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 menores, por lo tanto no se realizó ningún tipo de control.



En la zona de Churcampa - Huancavelica, no se detectó la presencia de la plaga *Dalbulus maydis*, transmisor del virus del "rayado fino" y "puca puncho" en las variedades en estudio.



Foto 9: Presencia de rayado fino

En la evaluación realizada a las plantas, las variedades Choclero y Chulpi, sembradas en las primera épocas (setiembre), mostraron síntomas del virus del "rayado fino" en plantas con 4 y 8 hojas, siendo el porcentaje de incidencia para Choclero de 3.5 % y para la variedad Chullpi 5.9 %. Las plantas infectadas no formaron panoja, quedando antes de la fase fenológica reproductiva, con hojas necrosadas y muy pequeñas, continuando con la muerte de las plantas.



Las plantas de la segunda época de siembra (noviembre) y tercera época de siembra (diciembre) no mostraron los síntomas de "rayado fino". En plantas con 2 a 4 hojas se diagnosticó pústulas de la roya (*Puccinia shorgi*), en las primeras hojas de la planta, sin causar ningún tipo de daño. Esta enfermedad, igualmente se presentó en las tres variedades al final de período vegetativo, infección que fue sin importancia.





En la cosecha, se realizó la evaluación de plantas tumbadas y sanidad de las mazorcas, determinando para la primera época de siembra menos del 2 % de tumbado de plantas, siendo esta menor para el cultivar Huancavelicano. Al evaluar mazorcas sanas y podridas en relación al total cosechadas por parcela experimental, se determinó que el cultivar Huancavelicano, presentó alto número de mazorcas podridas con 15,6 %, seguido por Chullpi con 8,6 %, y en menor porcentaje el cultivar Choclero con solo 8,0 %; el alto porcentaje de mazorcas podridas en el cultivar Huancavelicano esta en relación al número de mazorcas dañadas por cogollero (23 mazorcas dañadas), la que concentró este daño por su precocidad en relación a los otros cultivares. (Tabla 1)



Tabla 1: Mazorcas con daño por insectos y pudrición por hongos en tres variedades de maíz amiláceo, sembradas en setiembre 2009 en Churcampa

Cultivares	Nº de Plantas		Nº mazorcas				Peso de mazorcas (kg)			
	Cosechadas	Tumbadas %	Total	Sanas	Daño / Insecto	Robada	Podridas %	Total	Sanas	Podridas %
Huancavelicano	63,3	1,6	55,3	39,6	23,0	8,6	15,6	9,2	7,0	2,1
Choclero	54,3	2,0	56,6	47,3	0,0	4,6	8,0	6,5	6,1	0,4
Chullpi	51,6	2,0	51,3	42,6	0,0	9,0	8,6	5,1	4,2	0,8

En la segunda época de siembra realizada en octubre del 2009, los cultivares Huancavelicano y Choclero tuvieron menos de 1% de plantas tumbadas, mientras que el cultivar Chullpi presentó 4,0 % de plantas tumbadas. Con relación a mazorcas podridas, el cultivar Chullpi se mostró muy sensible a la pudrición de mazorcas con 14 %, seguido por Huancavelicano y Choclero con 5,3 % y 6,3 %, respectivamente, en esta época no se registraron mazorcas con daño por "cogollero" y se considera para las condiciones de Churcampa ubicada a una altitud de 3 370 msnm como la mejor época de siembra, para el cultivo de maíz amiláceo (Tabla 2).



Tabla 2: Mazorcas con daño por insectos y pudrición por hongos en tres variedades de maíz amiláceo, sembradas en octubre 2009 en Churcampa.

Cultivares	Nº de Plantas		Nº mazorcas					Peso de mazorcas (kg)		
	Cosechadas	Tumbadas %	Total	Sanas	Daño / Insecto	Robada	Podridas %	Total	Sanas	Podridas %
Chullpi	73,6	4,0	60,0	45,6	0,0	5,6	14,3	6,6	5,4	1,1
Huancavelicano	63,3	0,3	57,6	52,3	0,0	3,0	5,3	5,8	5,4	0,3
Choclero	71,3	1,3	74,0	64,3	0,0	5,6	6,3	7,7	7,2	0,4



En la tercera época de siembra realizada el 25 de noviembre del 2009, los cultivares Chullpi y Choclero, muestran para tumbado de plantas 1,0 %, 0,6 % y 4,3 % Huancavelicano; mientras que para pudrición de mazorca, los cultivares Choclero y Huancavelicano, presentan los valores más altos con 9,6 % y 13,3 %, respectivamente en relación Chullpi que tienen un 4,0 % de mazorcas podridas (Tabla 3).



Tabla 3: Mazorcas con daño por insectos y pudrición por hongos en tres variedades de maíz amiláceo, sembradas en noviembre 2009 en Churcampa.

Cultivares	Nº de Plantas		Nº mazorcas					Peso de mazorcas (kg)/		
	Cosechadas	Tumbadas %	Total	Sanas	Daño / Insecto	Robada	Podridas %	Total	Sanas	Podridas %
Chullpi	76,6	1,0	59,0	55,0	0,0	1,0	4,0	7,3	7,0	0,2
Choclero	74,0	0,6	73,3	63,6	0,0	1,0	9,6	7,4	6,3	0,7
Huancavelicano	66,6	4,3	59,3	46,0	0,0	3,6	13,3	5,8	5,1	0,7



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 Huancavelica se recomienda sembrar las diferentes variedades de maíz, a finales de setiembre a inicios de noviembre, ya que será la mejor época en que las variedades expresen sus mayores rendimientos potenciales, especialmente la variedad Choclero que alcanzará rendimientos aproximados de 6 t/ha, Chullpi 5,2 t/ha y Huancavelicano 4,7 t/ha.
- 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 3: maíz Chullpi

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.



Imagen 4: maíz Choclero



BIBLIOGRAFÍA



- **FAO**, Página web: www.fao.org/index_es.htm
- **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

E mail: dga@senamhi.gob.pe

Pág web: www.senamhi.gob.pe