

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE  
AGRONOMÍA**



**“RENDIMIENTO DE SEIS VARIETADES DE MAÍZ  
AMARILLO DURO (*Zea mays* L. *Indurata* St). PICHARI,  
CUZCO 480 msnm”**

**Tesis para obtener el Título Profesional de:  
INGENIERO AGRONOMO**

**Presentado por:  
Antioco Segundino, PALOMINO QUISPE**

**AYACUCHO – PERU**

**2014**

tesis  
Ag 1104  
Pal  
Ej. 2

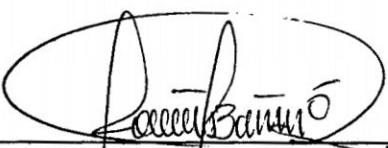
**"RENDIMIENTO DE SEIS VARIEDADES DE MAIZ AMARILLO DURO  
(Zea mays L. Indurata St) PICHARI , CUZCO 480 msnm"**

Recomendado : 12 de noviembre de 2014  
Aprobado : 04 de diciembre de 2014




---

**Dr. LURQUIN MARINO ZAMBRANO OCHOA**  
Presidente del Jurado



---

**Dr. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ**  
Miembro del Jurado



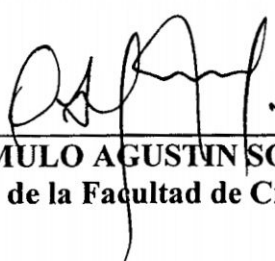
---

**Ing. EDUARDO ROBLES GARCÍA**  
Miembro del Jurado



---

**Ing. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA**  
Miembro del Jurado



---

**Dr. ROMULO AGUSTÍN SOLANO RAMOS**  
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

## **DEDICATORIA**

**Con Cariño a mis padres:**

**A la memoria de mi padre LUCIO que me guía desde el cielo y mi Madre JUSTA por brindarme todo el apoyo moral y económico que me permitieron alcanzar mi profesión.**

**A mis hermanos y a todos mis familiares por su aliento inagotable durante mis años de estudio y la realización del presente trabajo.**

**A mi esposa LEONILDA y mis queridos hijos por el cariño y el amor, que sin ellos no sería posible mi superación.**

**A mis amigos, y estudiantes de la universidad quienes son el futuro de la sociedad.**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, alma mater de mis estudios profesionales, que hicieron posible la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Eduardo Robles García gestor y asesor del presente trabajo, que mediante su dinámico apoyo y valiosa orientación se hizo posible culminar el presente trabajo.

A los miembros jurados quienes con sus valiosas opiniones y experiencias vertidas contribuyeron en la materialización del presente trabajo.

Mi reconocimiento y gratitud al Alcalde del distrito de Pichari, Señor, Edilberto Gómez Palomino y a las autoridades y especial reconocimiento a los agricultores del distrito de Pichari y el VRAE, forjadores de la agricultura sostenible de esta región de fuerte presión ambiental.

## INDICE

	Pag.
<b>INTRODUCCION</b>	<b>01</b>
<b>CAPITULO I:</b>	
<b>REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	
1.1 CENTRO DE ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	03
1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ AMARILLO	04
1.3 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICO DEL MAÍZ AMARILLO	05
1.4 VALOR NUTRITIVO	09
1.5 SUELO Y CLIMA	10
1.6 LABORES CULTURALES	11
1.7 IMPORTANCIA DE LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS	15
1.8 MANEJO AGRONÓMICO	19
1.9 RENDIMIENTO Y PRECOCIDAD DEL MAÍZ AMARILLO	29
<b>CAPITULO II:</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
2.1 UBICACIÓN	32
2.2 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL SUELO	32
2.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS	33
2.4 ORGANIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	37
2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	44
2.6 MODELO ADITIVO LINEAL DEL DISEÑO	44
2.7 PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	45
2.8 ABONAMIENTO	45
2.9 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	48
2.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51

### **CAPITULO III:**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

3.1	VARIABLES DE PRECOCIDAD	52
3.2	VARIABLES DE RENDIMIENTO	55
3.3	VARIABLES DE CALIDAD AGRONÓMICA DE LOS GENOTIPO	69
3.4	MERITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS	72

### **CAPITULO IV:**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1	Conclusiones	74
4.2	Recomendaciones	76

<b>RESUMEN</b>	<b>77</b>
----------------	-----------

<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>79</b>
---------------------------------	-----------

<b>ANEXO</b>	<b>85</b>
--------------	-----------

## **INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial el maíz es uno de los tres cereales más importantes y antiguos que se conoce. En el año 2012 el maíz amarillo ocupó el primer lugar a nivel mundial (FAO, 2013). En el Perú, el maíz amarillo sirve como materia prima en la elaboración de alimento para aves y cerdos, ofreciendo empleo permanente (Ministerio de Agricultura OGPA-DGPA, 2011).

La introducción de variedades es un primer método de mejoramiento que contribuye a incrementar los rendimientos del cultivo y que en el caso del maíz amarillo ha sido altamente significativo. En los Andes, el maíz es sostén alimenticio importante del poblador de selva y valles interandinos, que generalmente no participa de esta tecnología.

En nuestra región, el maíz siempre ha sido y será uno de los principales sustentos alimenticios y comerciales, acompañado de la papa, cebada y leguminosas, que adquiere importancia económica y social por su excepcional valor nutritivo y cultural para muchos pueblos interandinos

(INIA, 2011). Por estas consideraciones, se plantea la necesidad de mejorar el cultivo y su promoción extensiva en zonas tropicales como una especie alternativa para la reactivación productiva del VRAE, en aspectos producción tecnificada, de industrialización y consumo humano directo.

El Valle del Rio Apurímac y Ene, cuenta con condiciones agroecológicas favorables para el cultivo del maíz amarillo duro, ofreciendo cosechas durante todo el año, pero con rendimientos promedios bajos.

Por las consideraciones expuestas, el presente trabajo de investigación se orientó a determinar algunas características de crecimiento, producción y rentabilidad del maíz Amarillo con la finalidad de conocer las cualidades de seis variedades certificadas (híbridos tropicales) de altos rendimientos, en un sistema tecnificado de producción con fertilización y protección vegetal.

Para obtener la información propuesta, el experimento se desarrolló con los siguientes objetivos:

1. Determinar las variables de precocidad de seis variedades de maíz amarillo duro en el VRAE.
2. Evaluar las variables de rendimiento y calidad de las variedades de maíz amarillo duro en el VRAE.
3. Determinar el mérito económico de las variedades en la producción.

# CAPITULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 1.1. CENTRO DE ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

LLANOS (1984) afirma que, la yuca y el maíz fueron un inesperado regalo más, entre otros, que el nuevo mundo brindó a los españoles valor y utilidad en los hechos de descubrimiento y conquistas fue muy significativo. Entre las numerosas hipótesis defendido por muchos grupos de investigadores, se destaca los tres más probables:

1. El *tripsacum*, el *teosintle*, y el maíz son los descendientes de una especie actualmente extinguido.
2. El maíz descendiente del *teosintle*, bien por selección del hombre, por cruzamiento con otras especies actualmente extintas o mediante una mutación previa.
3. El ancestro silvestre del maíz domesticado actual fue el maíz tunicado reventón, actualmente desaparecido, el *teosintle* es el resultado de la hibridación entre el maíz y el *tripsacum*.

CAVERO (1986) reporta que, el maíz por lo menos tuvo dos ancestros principales de domesticación independiente en América, uno casi contemporáneo con el otro: México y Perú. En este último en el complejo Pikimachay (Ayacucho) que aparecen las primeras y más antiguas mazorcas de maíz encontrados hasta ahora en América del sur con una antigüedad de 5 000 a 3 800 a.c. En el Perú y no en México, los antiguos agricultores, gracias a su trabajo, aplicaron la más alta intuición de selección y obtención de una alta variabilidad de cultivos locales.

## **1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ AMARILLO DURO**

**CRONQUIST (1961)**, clasifica de la manera siguiente:

### **Clasificación Científica.**

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Tribu	: Maydeas
Género	: Zea
Especie	: <i>Zea mays L Indurata St (Flint corn)</i>
Nombre común	: Maíz
2n	: 20

### **1.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL MAÍZ AMARILLO**

MANRIQUE (1997) menciona que, la planta de maíz es una gramínea monoica anual que en un periodo muy corto, tres a cuatro meses, puede transformar diferentes elementos en sustancias complejas de reserva, azúcar, almidón, proteína, aceite, vitaminas, etc., localizados en el grano. Se caracteriza por poseer granos con endospermo vítreo duro, cristalino y translucido con almidón mayormente corneo, de color blanco o amarillo y pericarpio blanco o coloreado, jaspeado variagado. Son maíces de precocidad mediana, resistente a plagas y enfermedades. En el Perú constituye la raza perla o maíz de gallina. Se le cultiva en climas cálidos y tropicales de la costa selva y valles bajos de la sierra, se le usa como forraje en la costa y en la alimentación porcina y avícola.

#### **a) Raíz**

MANRIQUE (1999) indica que, la raíz se origina en la radícula del embrión, a partir del punto de crecimiento del hipocotilo, luego de la salida del coleoptilo por alargamiento del mesocotilo a los ocho días, en las coronas y en los nudos, superpuestos en la base del tallo se inicia el desarrollo de los primordios radiculares adventicios que formarán el sistema radicular fibroso definitivo, además eliminando el sistema radicular seminal inicial

LLANOS (1984) determina que, el maíz posee un sistema radicular fasciculado bastante extenso formado por tres tipos de raíces:

- ❖ Las raíces primarias emitidas por la semilla comprende la radícula y raíces seminales.
- ❖ Las raíces principales o secundarias que comienzan a formarse a partir de la corona, por encima de las raíces primarias, constituyen casi la totalidad del sistema radicular.
- ❖ Las raíces aéreas y adventicias que nacen en el último lugar, en los nudos de la base del tallo por encima de la corona.

#### **b) Tallo**

LLANOS (1984) menciona que, el tallo es nudoso y macizo, formado por entrenudos, separadas por nudos más o menos distintos. Cerca del suelo los entrenudos son cortos y de los nudos inferiores nacen las raíces aéreas. Su sección es circular; pero desde la base hasta la inserción de la mazorca presenta una depresión que se va haciendo más profunda conforme se aleja del suelo, desde el punto en que nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, la sección del tallo es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina que corona la planta.

#### **c) Hoja**

LLANOS (1984) menciona que el maíz lleva en promedio de 15 a 30 hojas alargadas y abrazados (4 a 5 cm. de ancho por 30 a 50 cm. de longitud), de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado, su distribución es alterna a lo largo del tallo.

PUMA (1998) menciona que, las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervadas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

REYES (1990) menciona que, los maíces de clima caliente tienen las hojas perpendiculares anchas y largas; en las variedades de clima frío, las hojas son más angostas y cortas, más colgadas y muy flexibles.

#### **d) Inflorescencia**

LLANOS (1984) considera que, el maíz es una planta monoica; es decir lleva en cada pie de planta flores masculinos y femeninas. Las flores masculinas se agrupan en una panícula (penachos o pendones) terminal, y se reúnen en varias espigas (panojas o mazorcas) que nacen de flores masculinos tienen de 6 a 8 mm, salen por parejas a lo largo de muchas ramas finas de aspecto plumoso, situadas en el extremo superior del tallo. Cada flor masculina tiene tres estambres, largamente filamentosas. Las espículas (espiguillas) femeninas se agrupan en una ramificación lateral gruesa, de forma cilíndrica, cubierta por brácteas de sedas o barbas.

#### **e) Fruto**

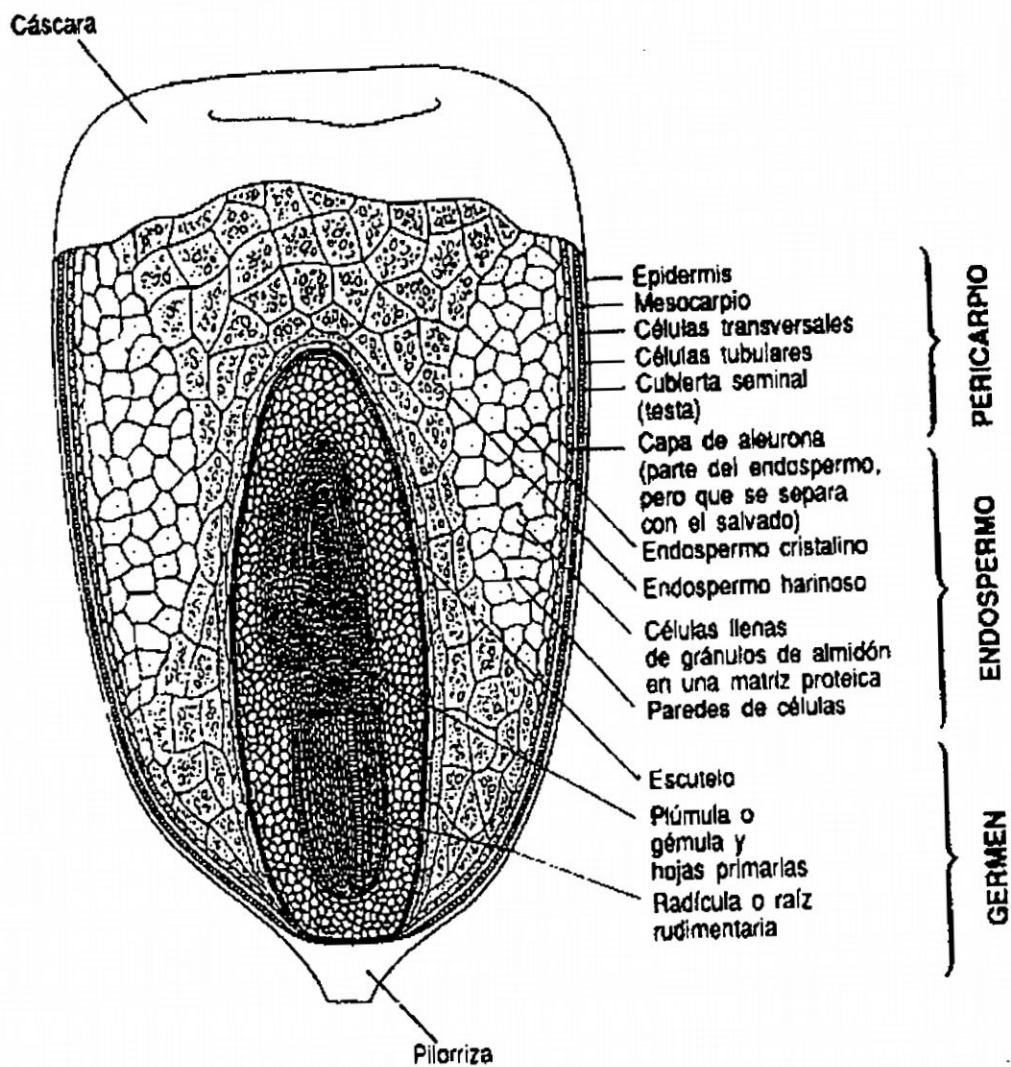
MANRIQUE (1997) afirma que los granos están cubiertos por la cutícula y el pericarpio que forma una envoltura delgada y seca de origen maternal. En el interior del pericarpio se encuentra el embrión y el endospermo, siendo esta última el almacén de reserva de carbohidratos, proteínas y vitaminas.

LLANOS (1984) reportó que el fruto (grano) es un cariósipide formado por la cubierta o pericarpio (6%) el endospermo (80%), y el embrión o germen (semilla 11%). Cada flor femenina, si es fecundada en su momento, dará lugar a un fruto en forma de grano, más o menos duro, lustroso de color amarillo, púrpura o blanco, los frutos queda agrupado formando hileras alrededor de un eje grueso.

Los granos de maíz están constituidos principalmente de 3 partes:

- **LA CASCARILLA** (pericarpio)  $2n$
- **ALEURONA** (Capa delgada que cubre el endosperma)  $(3n)$
- **EI ENDOSPERMA**  $(3n)$
- **EI GERMEN**  $(2n)$

La cascarilla o PERICARPIO es la piel externa o cubierta del grano, que sirve como elemento protector. La ALEURONA es la capa delgada que cubre el endospermo. El ENDOSPERMA, es la reserva energética del grano y ocupa hasta el 80% del peso del grano. Contiene aproximadamente el 90% de almidón y el 9% de proteínas, y pequeñas cantidades de aceites, minerales y elementos traza. El GERMEN contiene una pequeña planta en miniatura dentro, además de grandes cantidades de energía en forma de aceite, el cual tiene la función de nutrir a la planta cuando comienza el período de crecimiento, así como otras muchas sustancias necesarias durante el proceso de germinación y desarrollo de la planta.



*(Facilitado por el Wheat Flour Institute, Chicago, Illinois, 1964)*

#### 1.4. VALOR NUTRITIVO

**COLLAZOS (1962)** mencionado por Araujo (1995) describe la composición química del maíz amarillo (contenido en 100 gr. de la parte comestible)

**Cuadro 1.1 Composición química del maíz amarillo (contenido de 100 g. de la parte comestible).**

<b>Componentes Mayores</b>	
Calorías	357 g.
Agua	13.4 g.
Proteína	9.70 g.
Carbohidratos	76.90 g.
Fibra	1.80 g.
Ceniza	1.70 g.
<b>Componentes Menores</b>	
Calcio	12.00 mg.
Fósforo	328.00 mg.
Hierro	0.02 mg.
Tiamina	0.38 mg.
Riboflavina	0.02 mg.
Niacina	2.80 mg.

## **1.5. SUELO Y CLIMA**

### **a) Suelo**

**FOPEX (1985)** manifiesta que el maíz amarillo se adapta a distintos tipos de suelo, pero como cualquier otro cultivo, responde favorablemente a los buenos suelos, es decir; si son profundos, de una textura franco a franco arcilloso, son de buena capacidad para retener la humedad y sin problemas de drenaje. Los suelos muy pesados dificultan la labranza, tienden a formar terrones grandes y dificultan la germinación, ocasionando fallas en la siembra. La excesiva acumulación de agua en el suelo podría tener un efecto adverso a la acumulación de pigmentos en la mazorca. Los suelos muy sueltos o arenosos proporcionan un regular

soporte a la planta, favoreciendo la tumbada; además, requieren de mayor cantidad de agua por ser muy filtrantes.

## **b) Clima**

**INFOAGRO (2003)**; menciona que, el maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C, requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es alto sobre todo con los maíces duros. Para que se produzca la germinación de la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de los 30 °C pueden aparecer problemas serios debidos a la mala absorción de nutrientes minerales y agua, para el fructificación se requieren temperaturas de 20 a 30 °C.

## **1.6. LABORORES CULTURALES**

### **1.6.1. Selección del terreno**

**PARSONS (1985)** afirma que, el maíz requiere suelos fértiles y profundos para dar una buena cosecha, pues requiere suelos de textura franca, el cual permitirá un buen desarrollo radicular, con una mayor eficiencia de absorción de la humedad y los nutrientes presentes en el suelo además de evitar problemas de acame. Los tipos de suelos que presentan características adecuadas para el cultivo de maíz: Suelos aluviales, las que están cerca de la orilla de los ríos, Suelos vírgenes y descansados por muchos años cubiertos por vegetación exuberante y Suelos de tipo Franco y buena profundidad, para obtener buenas

condiciones en el cultivo del maíz, se requieren campos con las siguientes características. Libre de vegetación natural, suelos con óptima permeabilidad, suelo bien nivelado, para facilitar las labores y favorecer la penetración uniforme del agua de la lluvia de riego y terreno suelto hasta 20 cm. de profundidad; y de preferencia hasta 25 cm.

### **1.6.2. Elección y selección de la semilla**

**BARTOLINI (1990)** menciona que, la elección de la calidad y variedad es, sin duda, un elemento fundamental a tener en cuenta, pero desafortunadamente es frecuente que la decisión se tome pocas horas antes de iniciar la siembra o incluso que se deje al azar.

### **1.6.3. Abonamiento**

**GARCÍA (2002)** menciona que, Los nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción de maíz, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización.

**MANRIQUE (1997)** reporta que el abonamiento deberá ser uniforme, usando una dosis fija de 180(N) – 80(P) – 60(K), su aplicación será fraccionada; a la siembra se aplicará la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio; antes o en el aporque se aplicará la segunda dosis de nitrógeno. Como fertilizantes se usará Urea, superfosfato triple de calcio, fosfato di amónico y cloruro de potasio.

**Cuadro 1.2 Requerimientos y extracción en grano de nutrientes para producir una tonelada de grano de maíz.**

<b>Nutriente</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Índice de Cosecha</b>	<b>Extracción</b>
	Kg./ton		Kg./ton
Nitrógeno	22	0.66	14.5
Fósforo	4	0.75	3.0
Potasio	19	0.21	4.0
Calcio	3	0.07	0.2
Magnesio	3	0.28	0.8
Azufre	4	0.45	1.8
Boro	20	0.25	5
Cloro	444	0.06	27
Cobre	13	0.29	4
Hierro	125	0.36	45
Manganeso	189	0.17	32
Molibdeno	1	0.63	1
Zinc	53	0.50	27

**FOPEX (1985)** manifiesta que, la fertilidad natural del suelo se llega a agotar por las sucesivas cosechas que lo empobrecen, por la cual es necesario agregar fertilizantes para restituir al suelo su capacidad productiva.

La obtención de cosechas de alto rendimiento está en relación con el uso de los fertilizantes; la fertilidad natural del suelo se llega a agotar por las sucesivas cosechas que lo empobrecen, por lo cual es necesario agregar fertilizantes para restituir al suelo su capacidad productiva. Tomando en cuenta los niveles de fertilidad natural del suelo, la densidad de plantas, la

topografía y el régimen de lluvias se pueden establecer niveles de fertilización.

**a) Fertilidad Alta:** Para los suelos planos o con ligera pendiente, de fertilidad natural baja (pobres), con monocultivo intensivo, con disponibilidad de riego, y alta densidad de siembra y óptimas condiciones de manejo, se puede usar: 160 – 240 kilos de nitrógeno por hectárea (N), 80 – 100 kilos de fósforo por Ha ( $P_2O_5$ ) y 0 – 50 Kilos de potasio por Ha. ( $K_2O$ ).

**PARSONS (1985)**, menciona que, el maíz requiere una fertilidad de suelo adecuada para garantizar una buena producción. Pues para obtener 4 toneladas de grano limpio/ha, las plantas requieren aproximadamente de 110 – 40 – 80 Kg. de NPK. El maíz requiere buena cantidad de nitrógeno para lograr su máximo rendimiento. El periodo en el que requiere mayor demanda de este elemento es de 10 días antes de la floración hasta 25 días después de ella.

**MINAG (2 000)** manifiesta que, el abonamiento se debe realizar cuando el suelo se encuentra húmedo; si no tiene la humedad suficiente es preferible no aplicar el fertilizante, en el maíz se recomienda aplicar el abono en 2 momentos. a) El abono orgánico al momento de la siembra y b) El abono químico al aporque. Se debe colocar el fertilizante a una distancia de 5 – 10 cm de planta y si el terreno está en pendiente se

debe colocar en la parte superior. Cuando el fertilizante (Urea) se coloca cerca de la planta puede ocasionar quemaduras, y si se pone muy distante no será aprovechado por las raíces de la planta; así mismo si se aplica en la superficie del suelo y no se tapa, se evaporará.

## **1.7. IMPORTANCIA DE LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS**

### **1.7.1 Fertilidad**

**GARCIA (2002)** manifiesta que el análisis químico de los suelos es importante para conocer los elementos que existen. Sin embargo, es necesario conocer que cantidades se encuentran disponibles o aprovechables por la planta. Aunque se pudiera conocer este último factor de la producción debe saberse que no todas las variedades de maíz responden a un mismo nivel de fertilización. En conclusión, lo más indicado desde el punto de vista técnico y agronómico, es determinar la dosis óptima de fertilizante para la variedad superior de la localidad.

El maíz requiere un manejo adecuado en cuanto a la fertilidad del suelo. Un cultivo de maíz, que produzca 4.0 t/ha de grano, requiere las siguientes cantidades aproximadas de elementos esenciales: 110 kg de Nitrógeno, 40 kg de Fosforo, 80 kg de potasio, 7 kg de calcio, 6 kg de magnesio, 6 kg de azufre. La mayor parte de los elementos minerales son absorbidos por el sistema radicular bajo la forma de iones (N, P, K etc.) los elementos fertilizantes deben estar por lo tanto, ionizados, para lo que es necesario que en el suelo haya una cantidad suficiente de agua, que la solución del suelo tenga una cierta acidez y que la actividad microbiana

sea satisfactoria. La fertilización debe por lo tanto perseguir los objetivos deseados. (PARSONS, 1988 y BARTOLINI, 1990)

**LLANOS (1984)** manifiesta que, el maíz puede calificarse de exigente en los elementos nutritivos si se compara con otros cultivos, su rendimiento en materia seca .Es también bastante alto comparado con otras plantas, en este sentido, el maíz se califica de especie altamente eficiente. En cuanto a la necesidad de elementos minerales del maíz, cabe predecirlas a partir de lo que extrae la planta del suelo o bien del análisis de sus tejidos en estado de madurez.

#### **1.7.2. Nitrógeno (N)**

**MANRIQUE (1988)** señala que el Nitrógeno es un elemento indispensable para la vida de la planta y sus efectos se dejan sentir principalmente sobre crecimiento, rendimiento y cantidad de grano.

Casi la totalidad del Nitrógeno utilizado por el maíz, penetra por las raíces en forma de ion nitrato, mientras que la mayor parte del Nitrógeno contenido en los abonos y en los restos de la materia orgánica está en forma amoniacal. Por ello el proceso de la nitrificación es importante y este dependerá de la temperatura, humedad y la aireación.

Es un elemento esencial en la nutrición de las plantas; los compuestos que lo contienen en forma asimilable, y regularmente se encuentran en muy pequeñas cantidades. Es el nutriente que más se emplea en la

fertilización y sus compuestos asimilables son fugaces, invariablemente cambian a formas no asimilables por la planta.

En la planta de maíz tiene estas funciones de: Alto efecto en la densidad foliar, retarda la floración y maduración de los frutos, está íntimamente relacionado con el color verde de la planta, regula el crecimiento de las plantas e influye en el peso y volumen de la planta. Por otra parte el Nitrógeno es un componente fundamental de las proteínas, aminoácidos, clorofilas, vitaminas, alcaloides.

### **1.7.3. Fósforo (P)**

En los primeros estados de crecimiento vegetativo es de gran importancia que las plantas encuentren en el suelo cantidades suficientes de fosforo en forma fácilmente asimilables, debido a que sus necesidades son máximas en esta primera etapa de crecimiento. Siendo bastante estable la velocidad de absorción de fosforo por la planta a lo largo de todo su ciclo. (LLANOS, 1984).

**BARTOLINI (1990)** indica que el fosforo se encuentra en forma soluble en forma orgánica e inorgánica y es otro de los elementos indispensables en la nutrición de las plantas. La disponibilidad para la asimilación depende de la reacción del suelo. (En suelos con pH alcalinos se insolubiliza), de la temperatura, tipos de arcilla y materia orgánica. Las plantas pueden tomarlo en la forma de un compuesto llamado anhídrido fosfórico.

La importancia y funciones del fósforo en las plantas intervienen en la formación del núcleo-proteína y ácidos nucleicos y fosfolípidos, tiene importancia vital en: La división Celular, respiración y Fotosíntesis, síntesis de azúcares, grasas y proteínas y la acumulación de energía.

La presencia del fósforo es determinante en la germinación de las semillas, el metabolismo de las plántulas, la maduración de frutos y semillas y el desarrollo radicular. Por lo anterior, su presencia en el suelo es necesaria para acelerar la germinación y maduración del grano, producción del grano, formación del protoplasma celular y favorece el desarrollo del tallo y raíces.

#### **1.7.4 Potasio (K)**

**LLANOS (1984)** menciona que el potasio es el único macro nutriente que no forma compuestos estructurales en las plantas. No obstante, a pesar de esto, es absorbido en cantidades relativamente mucho más elevadas que las de nitrógeno y fósforo considerados individualmente. Las funciones en la planta es que participa en complejos enzimáticos de síntesis como son: La síntesis de azúcar y almidón, la translocación de azúcar, y regula las condiciones hídricas de las células, atenuando la transpiración.

Los síntomas de eficiencia se notan en la planta como: los frutos y semillas reducen el tamaño y calidad por una deficiencia en la síntesis y las hojas tienen a enrollarse, amarillamiento de las márgenes y luego se necrosan, es decir están relacionados con el ahorro de agua, el

mantenimiento de la turgencia y el control del potencial osmótico de las células de la planta.

## 1.8. MANEJO AGRONOMICO

### 1.8.1 Siembra

**Densidad de Siembra:** La densidad entre los surcos, así como el espaciamiento de las semillas en la hilera o entre los grupos o golpes, determina la densidad o número de plantas por hectárea.

En el cuadro 1.3 y 1.4 se pueden ver la cantidad de plantas, de acuerdo a variaciones señaladas.

**Cuadro 1.3 Número de plantas de maíz por hectárea en siembra en línea o Hilera.**

Distancia entre surco	Distancia entre plantas en la línea	Nº plantas por metro lineal	Nº de plantas por hectárea
80 cm.	15 cm.	6.6	82,500
	20 cm.	5.0	62,500
90 cm.	15 cm.	6.6	73,333
	20 cm.	5.0	55,555

**Cuadro 1.4 Número de plantas de maíz por hectárea en siembra por golpes.**

Distancia entre surco	Distancia entre plantas en la línea	Nº de plantas por hectárea
80 cm.	15 cm.	75,000
	20 cm.	62,500
90 cm.	15 cm.	66,666
	20 cm.	55,555

En el maíz amarillo, la densidad más recomendable de acuerdo a la calidad de los suelos y la fertilidad, está entre las 55,555 y 66,666 plantas por hectárea. Densidades mayores con buena fertilización y manejo del cultivo pueden producir rendimientos más elevados.

**LLANOS (1984)** menciona que, el principio de la densidad de siembra viene dada por la distancia entre las plantas en la línea y la separación entre líneas. Esta es la densidad teórica de la plantación, pero en el momento de cosechas normalmente se han producido, por diferentes causas, pérdidas de plantas que pueden suponer de un 5 a 10%: Esta densidad final es la real. Las pérdidas por tallo de la germinación y la muerte de las plantas en sus primeros días de desarrollo, son las causas que más influyen en el porcentaje de tallos, diferencia entre la densidad teórica o de cosecha de la densidad real o de recolección. Para obtener un rendimiento que haga rentable al cultivo tolerante a la alta densidad de siembra, ha sido necesario también que la técnica introduzca métodos de laboreo y dosis y tipo de abonos con los que las plantas puedan aprovechar mejor la humedad y encontrar en el suelo los principios nutritivos precisos en el estado asimilable durante el ciclo de crecimiento y maduración del grano . En cuanto a la distancia que debe medir entre las líneas de siembra y la que separa las plantas en la línea, la tendencia es a mantener esta y reducir aquella para conseguir una mayor uniformidad de plantación en las dos direcciones. El aumento de rendimiento obtenido sembrando altas densidades en las filas cercanas

se debe a un mejor aprovechamiento de la energía solar interceptadas por las plantas. Si las plantas se sembraran equidistantes en las dos direcciones, la energía solar captada por las plantas sería un 15 – 20% superior a la que aprovechan cuando se siembra con una distancia entre filas dobles de la que espera entre las plantas en la hilera.

**MANRIQUE (1999)** indica que, la densidad de siembra está directamente relacionada con la fertilidad natural del suelo, utilizando altas densidades en suelos y bajas densidades en suelos de fertilidad baja. También plantea que, cuando se habla de altas poblaciones debemos relacionarla con competencia y esta puede ser nutrientes, agua y luz. Con relación a esta última realizó un trabajo con tres híbridos diferentes, demostrando que se producía una baja en la producción de grano, contenido de proteínas, aceite y otros a medida que se incrementa la población de plantas.

### **1.8.2. Riego**

**INIA (2006)** la presencia de sequías en los valles interandinos obliga a realizar riegos oportunas en los momentos críticos, se realizan riego de machaco antes de la preparación del terreno, antes del aporque, en la etapa de floración y en la etapa de llenado de grano.

**PUMA (1998)** menciona que se recomienda riego por gravedad, realizar el riego cada 10 a 12 días esto varía según el clima y tipo de suelo;

priorizar riego durante la floración y panojamiento; se necesita entre 8 0 a 10 0 m<sup>3</sup>/ha.

**FOPEX (1985)** menciona que el maíz es una planta exigente en agua, por la cual es esencial evitar la marchites durante todo el periodo de polinización, de formación de grano y maduración de la mazorca.

### **1.8.3. Deshierbo y raleo**

**INIA (2006)** menciona que se debe evitar la competencia de malezas especialmente en los primeros 40 días de crecimiento para evitar pérdidas por competencia de nutrientes, luz, espacio y además porque las malezas son hospederos de plagas y enfermedades, el control de malezas se realiza en forma manual usando lampas o azadones. También se controla malezas de hoja ancha aplicando herbicidas en base a atrazina (gesaprin) usando de 1.5 a 2 kg /ha.

**MANRIQUE (1997)** menciona que cuidar el campo siempre esté libre de malezas durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, para eliminar los problemas de competencia. Así mismo todo el campo deberá ser desahijado antes del aporque, dejando solamente 3 plantas por golpe, asegurando así una competencia uniforme entre plantas.

#### **1.8.4. Aporque**

**INIA (2006)** menciona que el aporque se realiza cuando las plantas tengan de 8 a 10 hojas extendidas, con altura de 50 a 60 cm, esta actividad nos permite incorporar el segundo abonamiento nitrogenado, permite también la oxigenación del suelo próximo a las raíces que favorece mejor absorción de los nutrientes y protege la raíz adventicia de soporte.

**FOPEX (1997)** afirma que el aporque consiste en voltear la tierra del lomo o camellón de los surcos sobre la base del tallo del maíz; sirve para que las plantas se afirmen mejor al terreno por el desarrollo de las raíces de los nudos inferiores aumentando por efecto de esta labor la resistencia al vuelco o tumbado que es causado por acción del viento o el exceso del agua.

#### **1.8.5. Plagas**

**FOPEX (1985)**, reporta que el cultivo de maíz es afectado, en el campo, desde el momento de la siembra hasta la cosecha, por diferentes insectos, los cuales deben controlarse oportunamente siempre y cuando lleguen a constituir un peligro para el cultivo. Sin embargo el control de productos químicos no siempre es necesario ya que se la intensidad del ataque es muy leve la aplicación innecesaria de insecticidas puede contribuir a aumentar los costos de producción.

**MANRIQUE (1997)**, menciona que el maíz tiene las siguientes plagas consideradas importantes.

- ❖ **Gusano de tierra o gusano cortadores:** *Feltia experta* W.  
*Copitarsia turbata*.
- ❖ **Gusanos perforadores de tallo:** *Elasmopalpus lignosellus* Z.
- ❖ **Insectos que atacan a la planta:** *Spodoptera frugiperda* S.  
*Frankiniella williamsi* H, *Diabrotica bicolor* D.
- ❖ **Insectos de la mazorca:** *Pococera atramentalis* L. *Heliothis zea*.  
*Euxesta anonae*.

**EL INIA (2006)**, menciona que las plagas más importantes en cultivo de maíz en los valles interandinos son los siguientes.

- a. **Gusano de tierra o gusanos cortadores** (*Agrotis ipsilon*). La práctica cultural de riego de machaco, permite el ahogamiento de las larvas antes de la preparación del suelo, la rotación de cultivos es otra práctica que permite disminuir la población de estos insectos, la aplicación de cebos envenenados al pie de la planta preparados con afrechillo, maleza y sevín controla el ataque de los gusanos.
- b. **Gusano Cogollero** (*Spodoptera frugiperda*). Las larvas causan daños foliares; las larvas en sus primeros estadios producen raspado de hojas y cuando alcanzan mayor tamaño producen perforaciones y pueden causar muerte de plantas cuando saña el punto e crecimiento, se controla mediante la aplicación de Dipterex 2.56 a razón de 10 Kg.

/ha, aplicación de cipermetrinas a razón de 150 a 200 ml por cilindro de 200 litros de agua. Cuando las larvas están raspando hojas aplicando extracto de tarwi produce mortalidad de primeros estadios.

- c. **Perforador de plantas tiernas** (*Elasmopalpus lignosellus*). Plaga que se encuentra en la costa y sierra; en la sierra las mayores infestaciones coinciden con la temporada de lluvias y es inversamente proporcional con la altitud, a partir de los 2 000 metros, los suelos sueltos y el habito subterráneo de la larva, son coincidentes que favorecen al desarrollo larval; la larva ataca al maíz desde el inicio de la germinación hasta un mes d edad perforando a nivel del cuello, que provoca el secamiento del cogollo central. El síntoma del daño se diferencia de los ocasionados por los gusanos de tierra en que el proceso de secamiento de la planta es lento. Para su control se recomienda realizar una adecuada eliminación de malezas, en el campo antes de la siembra, sobre todo erradicar “grama china”, además realizar riegos pesados cuando se observen las primeras plántulas atacadas. Usar semilla desinfectada.
- d. **Gusano mazorquero** (*Heliothis zea*). Control recomendado por el INIA, es la aplicación de 3 gotas de aceite de consumo humano en la parte apical de la mazorca cuando se observa posturas o larvas del primer estadio en el 10% de plantas. La cantidad necesaria de aceite es de 6 litros/ha, aplicando 2 litros en el primer tercio de floración, 2 litros en el segundo tercio de floración y 2 litros en el último tercio de floración.

- e. **Gorgojos y polillas de almacén.** *Sitophilus orizae*, *Pagiocerus frontalis* y la polilla *Sitotroga cerealella* se controlan mediante la aplicación de phustoxin 3 pastillas por tonelada de mazorcas y gastión 2 pastillas por tonelada de mazorca en almacén cubiertas con matas plásticas.

#### 1.8.6. Enfermedades

INIA (2 006), menciona que las enfermedades de importancia en el cultivo de maíz amarillo son:

- a. **Carbón de maíz (*Ustilago maydis*):** La mejor práctica para disminuir su incidencia es sacar las mazorcas con agallas en estado verde, enterrarlos para compost. También la rotación de cultivos es una práctica que permite disminuir la incidencia de esta enfermedad.
- b. **Pudrición de mazorcas:** Producido por hongos (*Fusarium moniliforme*, *Dusarium tursicum* y *Diplodia maydis*), control de gusanos de la mazorca impiden el ingreso de hongos y el uso de variedades tolerantes son las mejores alternativas de control.
- c. **Achaparramiento (“Puka Punchu”):** El uso de variedades tolerantes y siembra temprana son las mejores alternativas para garantizar mejor producción de mazorcas. En los valles interandinos de la sierra a partir de mes de noviembre se eleva la temperatura ambiental que condiciona un rápido incremento de la población del insecto vector que es una cigarrita (*Dalbulus maidis*), también el incremento de la temperatura favorece el desarrollo de la enfermedad en la planta

infectada, variedades mejoradas de maíz morado toleran la enfermedad.

### **1.8.7. Virosis del maíz**

**BARTOLINI (1990)**; menciona que la virosis de importancia en el maíz amarillo son:

- **Enanismo del maíz: (MRDV).** El punto de la acción del virus consiste en la alteración del tejido flemático; cuyo vector es el *Laodelphax striatellus*, que es un Cicadelico el que transmite el virus del maíz, se le puede reconocer por una pigmentación intensa en la planta, enanismo y formación de agallas sobre la nervadura y enrojecimiento precoz de las hojas.
- **Mosaico del Maíz.** Es otra enfermedad causada por el virus que se transmite por la picadura de los Aphidos, pues pueden tomarlo de la planta en poco tiempo y transmitirlo inmediatamente a otra planta sana, pero pierde su poder infectivo en una hora si el pulgón permanece en ayunas, y en 20 minutos si no chupa a otra planta no afectada por el virus.
- Las paletas afectadas presentan en la parte basal de las hojas más jóvenes pequeñas manchas cloróticas, sobre todo en las proximidades de las nervaduras. En las hojas siguientes son más numerosas y aparecen en la superficie de la hoja, formando estrías cloróticas a lo largo de la nervadura.

### **1.8.8. Cosecha**

**INIA (2006)**, manifiesta que la cosecha de maíz amarillo debe ser oportuna cuando los granos después del estado de madurez fisiológico pierden agua y la acumulación de materia seca es máxima. A partir de este estado los granos están expuestas a la pérdida de calidad por infestación de enfermedades y presencia de lluvias en esta etapa produce germinación de granos y pudrición de mazorcas, en este estado el grano tiene entre 30 a 35 % de humedad. La cosecha se efectúa cortando la planta y dejar secar en su panoja durante un periodo hasta que el grano alcance aproximadamente un 20 % de humedad.

**SIRA (2005)**, manifiesta que la cosecha es cuando los granos presentan aproximadamente 30% de humedad con un rendimiento aproximado de 5 a 3 t/ha. (grano seco + tusa) está dependiendo del nivel tecnológico.

**MANRIQUE (1999)**, Indica que después de la floración, aproximadamente a los 40 días, se presenta una madurez fisiológica, es decir la conversión de azúcares en almidones, por lo tanto los granos pasan del estado lechoso a pastoso y finalmente a duro. Un grano duro indica que está completamente formado morfológica y fisiológicamente y se inicia el secado de la mazorca y grano.

### **1.8.9. Secado**

**INIA (2006)**, menciona que antes de llevar las mazorcas al tendal o secaderos se debe separar las mazorcas con pudrición para evitar mayores daños por infección de hongos. El secado debe ser rápido no se recomienda mantener en el tendal a pleno sol por mucho tiempo porque se produce pérdida.

**SIRA (2 005)**, menciona que durante el secado se debe procurar conservar la calidad del pigmento, debe ser rápido, puede ser con aire forzado o con energía solar pero la luz solar no debe dar directamente a las mazorcas.

## **1.9. RENDIMIENTO Y PRECOCIDAD DEL MAÍZ AMARILLO DURO**

### **1.9.1. Rendimiento de maíz amarillo duro**

**MINAG (2010)** reporta datos del rendimiento de maíz amarillo duro sembrado en Piura un rendimiento promedio de 6.0 t/ha, para la región de Lambayeque el rendimiento de grano de 7.0 t/ha y para la región de la libertad 8.2 t/ha.

### **DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA DE SAN MARTIN (2009)**

informa que la cosecha es la última labor de campo en el cultivo aunque el grano de maíz fisiológicamente está maduro antes de la madurez fisiológica diferenciada por la aparición de la capa negra. En general el grano de maíz está fisiológicamente maduro antes de la cosecha. Un

indicador de la maduración del cultivo es cuando la planta muestra un amarillamiento intenso, seguido de un secamiento que empieza de las hojas inferiores y concluye en la hojas superiores, las mazorcas doblan el pedúnculo y se cuelgan, las brácteas y los granos también se secan, la capa negra en los granos es más intensa. En la región, las variedades que utilizan los productores se cosechan entre los 110 y 120 días después de la siembra; la cosecha se inicia cuando la humedad de los granos está alrededor de 18 %, debe realizarse oportunamente para evitar el deterioro de los granos por ataque de insectos y pudriciones de mazorca. En la Región San Martín, se realiza mayormente en forma manual “deshojando” las mazorcas de las plantas paradas. Estas se colocan en envases (sacos) que faciliten su traslado a los secaderos ubicados en lugares protegidos para complementar el secado en forma natural hasta que la humedad sea de 14 a 16 % e iniciar con el desgrane; teniendo el siguiente rendimiento:

**Cuadro 1.5 Precocidad de tres híbridos en el departamento de San Martín 2009**

Variedad	Rendimiento (Tm/ha)		Precocidad (días)
	Riego	Secano	
Variedad Marginal 28 tropical	8	5	120
Variedad Nutri INIA-611	9	4.5	110 a 120
Variedad INIA 602	7	5	110 a 120

**EL MINISTERIO AGRICULTURA (2011)** reporta el rendimiento promedio nacional de maíz amarillo duro en el año 2011 fue de 4.515 kg/ha, siendo un 3.7% superior que el rendimiento promedio del año 2010. Son tres las regiones con mayor rendimiento promedio en el año 2011, Lima (8.979 kg/ha), La Libertad (8.897 kg/ha) Ica (8.816 kg/ha); otras dos regiones mantienen rendimientos superiores al promedio nacional, como son Lambayeque (6.662 kg/ha) y Ancash (5.103 kg/ha). Ver cuadro 1.6.

**Cuadro 1.6 Rendimientos promedio (t/ha) en los departamentos en los años 2010 y 2011**

<b>Regiones</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
San Martín	1.86	2.04
Loreto	2.06	2.20
Lima	8.71	8.98
Huánuco	3.24	3.10
Piura	3.85	4.35
Cajamarca	4.28	3.04
Ucayali	2.45	2.35
La Libertad	8.36	8.90
M. de Dios	2.17	2.17
Junín	2.71	2.76
Amazonas	2.31	2.26
Ancash	5.05	5.10
Ica	8.47	8.82
Lambayeque	6.12	6.66
Puno	1.70	1.70
Pasco	1.52	1.55
Cusco	1.74	1.75
<b>Rdto Promedio</b>	<b>4.35</b>	<b>4.52</b>

**EL MINAG – AYACUCHO (2009)** de acuerdo al análisis de los cultivos permanentes y anuales, los cultivos permanentes representan el 72% de la superficie cultivada y los Cultivos anuales representan el 28%.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1. UBICACIÓN**

El presente trabajo experimental se condujo en el Centro Poblado de Natividad a 480 msnm, entre las coordenadas 12°29'00" Latitud Sur y 73°49'00" Longitud Oeste. Geográficamente se ubica en la cuenca del Valle del Río Apurímac y Ene - VRAE, a la margen derecha del Río Apurímac, a 50 km de la ciudad de Pichari.

#### **2.2. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL SUELO**

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se tomó una muestra representativa de suelo del campo experimental según la metodología descrita por **IBÁÑEZ Y AGUIRRE (1983)**. La muestra fue remitida al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" del Programa de Pastos y Ganadería de la Universidad de Huamanga, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 2.1; en la que se observa que el

suelo es de origen residual y ligeramente ácido, con un pH de 6.2, alto contenido de materia orgánica, alto contenido en nitrógeno; medio en fósforo y bajo en potasio; la clase textural es franco arenosos.

**Cuadro 2.1: Características físicas y químicas del suelos del Fundo Natividad (450 msnm). Pichari – La Convención – Cusco.**

Elementos	Contenido	Interpretación	Método
Materia Orgánica (%)	4.6	Alto	Walkley y Black
N total (%)	0.28	Alto	Kjeldahl
P disponible (ppm)	18.55	Medio	Bray-Kurtz II
K disponible (ppm)	36.5	Bajo	Fotómetro de llama
CIC (meq/100 g)	19	Bajo	Volumétrico
pH (suelo-agua 1:25)	6.2	Ligeramente ácida	Potenciométrico
Arcilla (%)	20.88	-	-
Arena (%)	62.32	-	-
Limo (%)	16.8	-	-
Clase textural	Franco Arenoso		

### 2.3. CONDICIONES CLIMATICAS

El distrito de Pichari, se ubica en la región de selva alta, con una topografía bastante accidentada, de clima sub tropical y húmedo, con una precipitación pluvial anual de 2000 mm.; siendo junio y julio los meses más secos y diciembre a marzo los meses más lluviosos. La temperatura promedio anual es de 23.9 °C, con valores mínimos y máximos de 17.5 y 30.4 °C respectivamente, como muestra el Cuadro 2.2 y Grafico 2.1.

En términos generales el clima del Valle del Rio Apurímac es favorable para el desarrollo de la agricultura tropical de siembra del maíz amarillo,

las precipitaciones son suficientes para satisfacer la demanda de los cultivos en la zona (1,800 a 2,250 mm/año), la alta humedad de más de 85% acompañada de alta temperatura máxima aceleran la descomposición de la materia orgánica y el rápido crecimiento de la vegetación.

La intensidad de la radiación solar es atenuada por la exuberante vegetación tanto en las áreas altas de bosques de protección como de las medias con cultivos permanentes en producción o en “purmas”, que significa el bosque secundario que constituye la resurrección de los bosques amazónicos y guardan en ella muchas riquezas de plantas medicinales. Ornamentales, forestales, alimenticias para la humanidad y para la diversidad de animales, y son fuentes de servicios ambientales; producen oxígeno, capturan carbono, recuperan suelos, almacenan agua dulce, para diferentes formas de vida. Sin embargo, los constantes incendios generados por gente irresponsables, vienen bloqueando la regeneración natural de los bosques y consecuentemente van aumentando las áreas degradadas, mal denominadas “pastizales”, los cuales vienen contribuyendo a la pobreza y la expulsión de los campesinos a las ciudades.



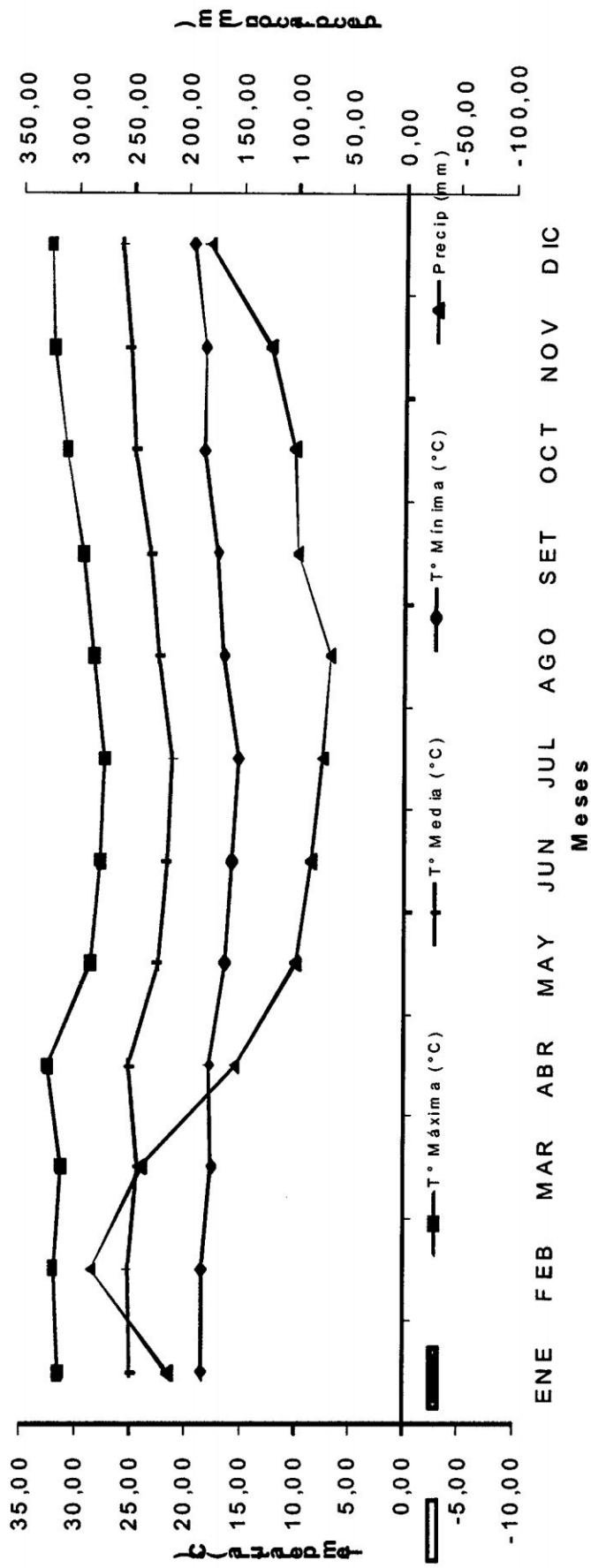


Grafico 2.1 Temperaturas máxima, mínima, promedio y precipitación mensual. Kimbiri, Cuzco 2011

## **2.4. ORGANIZACIÓN DEL EXPERIMENTO:**

### **2.4.1. Tratamientos (Material genético)**

Como material experimental se utilizaron 04 variedades Híbridas de maíz amarillo duro y una variedad sintética, estas fueron adquiridas de la casa comercial Hortus. Como testigo se utilizó una variedad Criolla (variedad local) proporcionada por un agricultor de la zona. En total fueron seis genotipos

#### **V1: INIA 611- NUT**

El híbrido "INIA 611- Nutri Perú", a diferencia de los maíces normales, tiene el doble de aminoácidos esenciales indispensables para el crecimiento de humanos y animales. Este híbrido le permite al productor obtener buen rendimiento durante su producción. La variedad es un híbrido simple.

Periodo vegetativo	: 120 – 140 días
Req. De suelos	: Francos (arcilloso – arenoso)
pH	: de 5.5 a 8.0
Época Siembra	: Enero – marzo
Peso de 1000 semillas	: 400-450 g
Época cosecha	: Abril – junio
Temp. Óptima	: 15 – 25° C.
Rendimiento	: 8 – 16 tn/ha.
Densidad	: 25 kg/ha.
Distanciamiento	: 0.80 m entre surcos y 0.40 m entre golpes

Nº de hileras/mazorca	: 12-16
Longitud de mazorca	: 16 cm
Diámetro de mazorca	: 5 cm
Nivel abonamiento	: 180/184 – 60/80 – 40/60 de NPK
Plagas	: Gusano de Tierra, Cañero, Cogollero
Enfermedades	: Carbón
Usos	: Consumo directo, Harina, Jora, alimentos balanceados (avicultura) y ganadería.

## **V2: Maíz Amarillo Duro Local (Libre polinización)**

Periodo vegetativo	: 140 días
Req. De suelos	: Francos (arcilloso – arenoso)
pH	: 5.5 – 8.0
Época Siembra	: Todo el año
Época cosecha	: Todo el año
Temp. Óptima	: 15 – 25° C.
Rendimiento	: 8 – 10 tn/ha
Densidad	: 45 kg/ha.
Distanciamiento	: 0.60 m entre surcos y 0.40 m entre golpes
Nivel abonamiento	: 160 – 80 – 80 de NPK
Plagas	: Gusano de tierra, Cañero, Cogollero
Enfermedades	: Carbón
Usos	: Consumo directo (choclo), harina, alimento para aves.

### **V3: Pinte**

Es un híbrido triple

Periodo vegetativo	: 140 días
Req. De suelos	: Francos (arcilloso – arenoso)
Altura planta	: 1.90 a 2.20 m
pH	: 5.5 – 8.0
Época Siembra	: Todo el año
Época cosecha	: Todo el año
Temp. Óptima	: 15 – 25° C.
Rendimiento	: 8 – 10 tn.ha
Densidad	: 40 kg.ha.
Distanciamiento	: 0.60 m entre surcos y 0.40 m entre golpes
Nivel abonamiento	: 160 – 80 – 80 de NPK
Plagas	: Gusano de tierra, Cañero, Cogollero
Enfermedades	: Carbón
Usos	: Consumo directo (choclo, mote), harina, alimento para aves.

### **V4: MAD – MARGINAL 28 – TROPICAL**

Obtenido de cruces e maíces amarillo cristalino por maíces dentados del Caribe, estos han sido adaptados por el INIA- Huánuco para zonas tropicales. Variedad de libre polinización

Periodo vegetativo	: 130 - 140 días
Req. De suelos	: Francos (arcilloso – arenoso)

Altura de planta	: 2.05 -2.50 m
pH	: 5.0 – 8.0
Época Siembra	: Todo el año
Época cosecha	: Todo el año
Temp. Óptima	: 15 – 25° C.
Rendimiento	: 8 – 10 tn.ha
Densidad	: 40 kg.ha.
Distanciamiento	: 0.80 m entre surcos y 0.40 m entre golpes
Nivel abonamiento	: 150 – 90 – 80 de NPK
Plagas	: Gusano de tierra, Cañero, Cogollero
Enfermedades	: Carbón
Usos	: Consumo directo (choclo, mote), harina, alimento para aves.

#### **V5: MAD – CARGILL**

Hibrido doble de gran adaptabilidad, precoz, con periodo vegetativo de 120 días

Req. De suelos	: Francos (arcilloso – arenoso)
pH	: 5.5 – 7.0
Altura de planta	: 2.10 a 230 m
Época Siembra	: Todo el año
Época cosecha	: Todo el año
Temp. Óptima	: 15 – 25° C.
Rendimiento	: 7 – 10 tn.ha

Densidad	: 45 kg.ha.
Distanciamiento	: 0.70 m entre surcos y 0.40 m entre golpes
Nivel abonamiento	: 160 – 80 – 40 de NPK
Plagas	: Gusano de tierra, Cañero, Cogollero
Enfermedades	: Carbón
Usos	: Consumo directo (choclo, mote), harina, alimento para aves.

### **V6: INIA 602 - Tropical**

Es una variedad de semilla de maíz amarillo duro para suelos ácidos y suelos normales, es un maíz introducido de Colombia, mediante el CIMMYT, es una variedad sintética, las características agronómicas

Altura de planta	: 1.60 a 1.80 m
Periodo vegetativo	: 130 días
Req. De suelos	: Francos (arcilloso – arenoso)
pH	: 5.5 – 8.0
Época Siembra	: Todo el año
Época cosecha	: Todo el año
Temp. Óptima	: 15 – 25° C.
Rendimiento	: 8 – 9 tn/ha
Densidad	: 45 kg/ha.
Distanciamiento	: 0.80 m entre surcos y 0.40 m entre golpes
Nivel abonamiento	: 160 – 80 – 100 de NPK
Plagas	: Gusano de tierra, Cañero, Cogollero

Enfermedades : Carbón  
Usos : Consumo directo (choclo), harina, alimento para aves.

#### **2.4.2. Características del campo experimental**

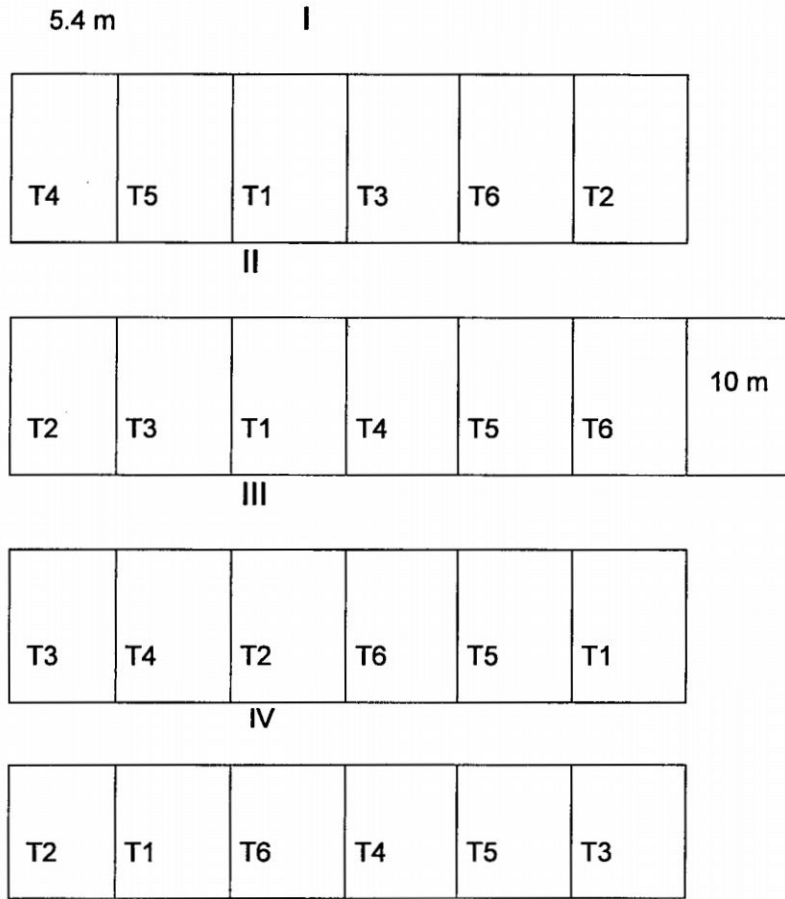
##### **A Bloques**

Número de bloques = 04  
Largo de bloques = 32.4 m  
Ancho de bloques = 10.0 m  
Ancho de calle = 2.0 m  
Área del bloque = 320.40 m<sup>2</sup>

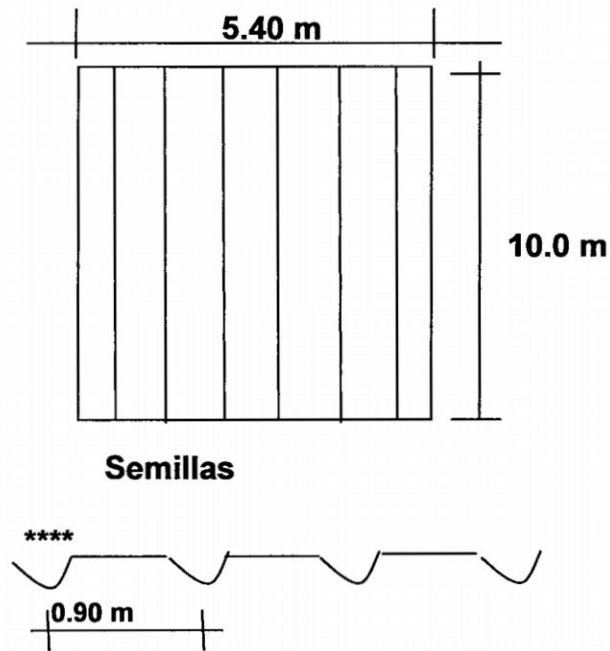
##### **B Parcela o unidad experimental**

Número de parcelas por bloque = 06  
Número total de parcelas = 24  
Largo de parcela = 10.0 m  
Ancho de parcela = 5.40 m  
Área de parcela = 54.0 m<sup>2</sup>  
Distancia entre surcos = 0.90 m  
Número de surcos = 06  
Distancia por golpe = 0.50 m  
Número de golpes/surco = 20  
Número de semillas /golpe = 3 a 4

## Croquis del campo experimental



## D. UNIDAD EXPERIMENTAL



## **2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El experimento se condujo en el Diseño Bloque Completo Randomizado. D.B.C.R con seis variedades y 04 bloques. La unidad experimental tuvo 54.0 m<sup>2</sup>. Para determinar las variables de precocidad y rendimiento fueron evaluadas de los surcos centrales, para la evaluación del rendimiento en grano se cosechó toda el área de la parcela experimental.

## **2.6. ABONAMIENTO**

Durante las últimas décadas, el cultivo de maíz ha presentado un incremento continuo en productividad, como resultado de un conjunto de prácticas de manejo implementadas, junto con el progreso del mejoramiento genético. Este incremento en productividad trae aparejado un aumento de la materia seca total y, en consecuencia, de la acumulación o absorción de nutrientes (KARLEN et al, 1987), la extracción total de nutrientes por el cultivo de maíz amarillo duro para una tonelada de grano es: 24 kg, 10 kg y 20 kg de N-P-K; esperando obtener 6 t de grano, se utilizó 140 - N, 60 - P y 120-K. El abonamiento fosforado y el cloruro de potasio aplicados todo a la siembra, la mitad del abonamiento nitrogenado a la siembra y la otra mitad al aporque (35 días dds). Los niveles de fertilización están explicados en el Cuadro 2.3

**Cuadro 2.3 Formula de abonamiento de la parcela en experimento 480msnm. Pichari, Cuzco**

Extracción (6000Kg/Ha)		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cantidad de abono a aplicar	
		140	60	120		
Formula de abonamiento (6000Kg/Ha)		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	1° Aplic	2° Aplic
		140	120	108	Kg	Kg
Sulpomag (KG)	100	-	-	22	100	-
Cloruro de potasio (KG)	150	-	-	90	150	-
Nitrato (KG)	250	82.5	-	-	125	125
Fosfato di amonico (KG)	250	45	115	-	250	-
<b>TOTAL</b>	<b>750</b>	<b>127.5</b>	<b>115</b>	<b>112</b>	<b>625</b>	<b>125</b>
Dosis (kg)/golpe					0.028	0.006
Dosis (g)/golpe					28.13	5.63

## 2.7. MODELO ADITIVO LINEAL DEL DISEÑO

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = Observación cualesquiera

$\mu$  = promedio

$T_i$  = efecto de variedades

$\beta_j$  = Efecto de bloques

$\epsilon_{ij}$  = error experimental

## 2.8. PARAMETROS DE EVALUACION

### 2.8.1. Variables Precocidad

Estas variables se evaluaron en número de días después de la siembra y cuando el 50% de las plantas en la fase fonológica indicada.

- **Emergencia.-** Se evaluó cuando más del 50% de plántulas emergieron en el campo, este reconocimiento se realizó en forma visual.
- **Días a la floración masculina-** Se evaluó en número de días, después de la siembra cuando el 50 % de las plantas emitieron sus panojas
- **Días a la floración femenina-** Se evaluó en número de días, después de la siembra cuando el 50 % de las plantas emitieron sus pistilos
- **Madurez fisiológica.-** Cuando el 50% se mostraron en estado pastoso y se observa la capa negra en la base del grano en la inserción con la tuza.
- **Madurez de cosecha.-** Cuando la planta estuvieron completamente secas y los granos tenían aproximadamente 16 a 18% de humedad.

### 2.8.2. Variables de rendimiento

- **Altura de la planta.-** La evaluación se efectuó cuando la planta se encontraron en madurez de cosecha. se seleccionaron 10 plantas competitivas del surco central.
- **Índice de prolificidad de la mazorca.-** Con la finalidad de uniformizar las evaluaciones del rendimiento, y determinar el número de mazorcas por planta, se contó el número de plantas por parcela neta experimental y luego el número de mazorcas. Este índice nos muestra una idea de la prolificidad.

$$\text{Índice de Mazorca} = \frac{\text{Número de mazorcas/ parcela}}{\text{Número de plantas/ parcela}}$$

- **Longitud, Diámetro y número de hileras /mazorca.-** Se tomaron de diez mazorca representativas por parcela y la evaluación se efectuó según los descriptores del maíz
- **Porcentaje de humedad del grano.-** Se evaluó 10 mazorcas luego se procedió al desgranado de la mazorca. Los granos fueron molidos para la determinación de humedad en estufa a 103 °C durante 3 horas. Estos valores sirvieron para corregir la humedad del grano al 14 %

$$F = \frac{100 - \%H}{100 - 14 \%}$$

Dónde:

F = Factor de corrección

% H = Porcentaje de humedad al momento de la cosecha

14% = Porcentaje establecido en la norma de

comercialización INTINTEC N° 21:02-019,1977

- **Rendimiento de grano en kg/ha.-** Se procedió al pesado del grano, luego de la corrección por el contenido de humedad del grano.

### 2.8.3. Calidad Agronómica del maíz

- **Peso de 1000 granos.-** Con un separador de muestra se obtuvo un lote representativo para de esta obtener 1000 granos y luego proceder a su pesado

- **Diámetro de tuza.-** De 10 mazorcas representativas de cada variedad se midió el diámetro de tuza en la parte media
- **Peso de grano/mazorca.-** De las diez mazorcas seleccionadas del paso anterior se pesó el grano en cada mazorca
- **Peso de mazorca.-** Las 10 mazorcas se obtuvieron el peso total sumando el peso de la tuza más el peso de los granos
- **Porcentaje de desgrane.-** De las 10 mazorca se halló la relación del peso de mazorca y peso de grano
- **Humedad a la cosecha.-** La humedad a la cosecha después de secado fuera de la planta, se determinó en granos partidos y puesto en 5 repeticiones en la estufa a 130 °C durante 2 horas (ISTA, 2008)
- **Humedad de equilibrio en laboratorio – Ayacucho.-** La humedad del grano a la cosecha después de los siete días de secado fuera de la planta, se determinó en granos partidos y puesto en 5 repeticiones en la estufa a 130 °C durante 2 horas (ISTA, 2008)

## **2.9. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **2.9.1. Preparación del terreno**

Antes de la preparación del terreno, se realizó la limpieza del campo experimental, seguidamente se efectuó la roturación y nivelación del terreno, para luego trazar el campo experimental de acuerdo al croquis previamente establecido y finalmente se realizó el surcado a un distanciamiento de 0.90 m entre surcos. 25 de julio del 2011

### **2.9.2. Abonamiento**

En el momento de la siembra se ha realizado el primer abonamiento de acuerdo a la extracción del cultivo y el análisis de suelo; utilizando los abonos como: fosfato di amónico, cloruro de potasio y sulfomag a una dosis de 28 g/planta; en el segundo abonamiento se ha realizado con la aplicación de nitrato de potasio a los 30 dds a una dosis de 5-6 g/planta.

### **2.9.3. Siembra**

La siembra se realizó depositando 4 semillas al fondo del surco a un distanciamiento de 0.9 m entre surcos y a 0.40 m entre golpes, para luego taparlos con una porción de suelo. Esta actividad se realizó el 20 de agosto 2011.

### **2.9.4. Raleo**

Esta labor se realizó entre los 20 y 21 días de la emergencia, dejando 3 plantas por golpe, para asegurar una población uniforme de plantas en cada una de las unidades experimentales. Esta labor se realizó el 10 de setiembre del 2011.

### **2.9.5. Riegos**

Durante la conducción del experimento no se realizó ningún riego, debido a que el suelo siempre se encontraba a capacidad de campo, por las constantes precipitaciones y la alta humedad relativa del medio.

### **2.9.6. Deshierbo**

El deshierbo se realizó en forma manual con la ayuda de una lampa azadón, eliminando todas las plantas indeseables con el objeto de evitar la competencia por agua, luz, nutrientes y espacio con el cultivo; el primer deshierbo se realizó a los 35 días, cuando las plantas habían alcanzado una altura promedio de 45 cm, época en que coincidió con el aporque; así mismo, se efectuó el segundo deshierbo en forma manual para el control de malezas a los 55 días después de la siembra. y las plantas tenían aproximadamente 65 cm.

### **2.9.7. Aporque**

Esta labor se realizó en forma manual a los 35 días, después de la siembra, con la finalidad de favorecer la formación de raíces adventicias y dar estabilidad a las plantas. Esta labor se aplicó como un complemento del deshierbo realizándose el 25 de setiembre del 2011.

### **2.9.8. Control fitosanitario**

Habiéndose detectado el ataque ligero del gusano perforador de plantas tiernas (*Elasmopalpus lignosellus*) a los 20 días después de la siembra, se efectuó su control mediante la aplicación de cipermetrina, a dosis de 15 ml por bomba de mochila de 15 litros de capacidad, dirigiéndose la aplicación inferior del cogollo de la planta. Se aplicó nuevamente a los 40 días cipermetrina contra el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la misma dosis.

184989

En cuanto a enfermedades no se observó ataque severo; por lo tanto no hubo la necesidad de aplicar los productos agroquímicos.

#### **2.9.9. Cosecha**

La cosecha se realizó cuando las plantas alcanzaron la madurez de cosecha (entre los 125 y 130 días después de la siembra), cuando los granos tenían un aspecto ceroso y el endospermo completamente duro. Esta labor se efectuó del 15 al 20 de diciembre del 2011.

#### **2.9.10. Secado**

Esperando los días calurosos y sin lluvia las mazorcas cosechadas con cierta humedad se procedió al secado durante 7 días

#### **2.9.11. Selección y desgrane**

Con las mazorcas secas se evaluó las variables de rendimiento realizando el correspondiente desgrane y las evaluaciones respectivas.

### **2.10. ANALISIS ESTADISTICO**

El análisis estadístico se efectuó en base a estadística descriptiva, análisis de variancia, pruebas de contraste (Tukey),

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD**

Esta variable se evaluó en número de días después de la siembra (ndds) en un determinado estado fenológico del cultivo. Se utilizó la estadística descriptiva del rango, en vista que no existe una transición definida entre los diferentes estados fenológicos. En una misma planta de una variedad pueden encontrarse en floración masculina y otras recién en un inicio. Por lo tanto, es mejor evaluar dentro de un inicio y plena estado fenológico.

En el Cuadro 3.1 se observan los estados fenológicos de ocurrencia en ndds en las seis variedades de maíz amarillo duro, se nota claramente que las variedades muestran una alta precocidad, pero el testigo por días es relativamente más precoz. Esta precocidad está dada por las elevadas temperaturas registrándose en promedio 26.5 ° C, favoreciendo a las variedades precoces.

**Cuadro 3.1 Estados fenológicos de las variedades de maíz amarillo en ndds. VRAE 480 msnm 2011**

<b>Variedades</b>	<b>Floración masculina</b>	<b>Floración femenina</b>	<b>Grano Lechoso</b>	<b>Madurez Fisiológica</b>	<b>Madurez Cosecha</b>
INIA 611-NUT	65-72	77-80	88-93	96-102	130
Marginal 28	65-74	77-80	88-93	96-102	130
Cargill	66-76	77-80	88-93	96-102	130
Pinte	70-75	79-85	88-93	96-102	130
INIA 602	70-75	79-85	88-93	96-102	130
Testigo (Local)	60-65	75-80	85-88	92-99	125

**GUARDA (2000)** reporta resultados similares con algunas variedades como Cargill, Pinte y Marginal con promedios de 67, 66 y 64 días después de la siembra para la floración masculina. Estos resultados guardan bastante relación con los obtenidos por. La floración femenina se inicia a los 75 a 79 dds existiendo una gran variación entre genotipos, siendo el testigo una variedad precoz. Así **SALGADO (2000)** registró para esta característica como precoces a la variedad 72x299, Marginal 28-T, e INIA 62 con promedios de 79, 76, 76 días a la floración femenina.

Los maíces amarillos duros se caracterizan por su alta precocidad, la madurez de cosecha se alcanzan a los 130 dds para los híbridos y el testigo se alcanzó a los 125 dds. Sin embargo, este estado es manejable por el agricultor. El verdadero estado fenológico que nos indicará la precocidad es la madurez fisiológica, el que nos muestra una alta precocidad para las variedades introducidas. La madurez fisiológica en la variedad local se alcanzó a los 92 a 99 dds y para los demás genotipos a los 96 a 102 dds.

El grano llega a su madurez fisiológica cuando su contenido de humedad es alrededor del 37-38 %. La cosecha mecanizada se puede comenzar cuando el grano tiene aproximadamente un 28% de humedad, no siendo recomendable que descienda a menos del 15% Arriba o abajo de estos límites, los granos se aplastan, se parten o pulverizan. Cuando la cosecha se realiza en forma manual estos límites no son tan importantes y más bien dependen de las condiciones climáticas, mano de obra disponible y hábitos tradicionales. Los maíces amarillos duros son muy precoces en el trópico llegando a su madurez fisiológica entre los 90 a 100 días **(GASPAR, 1993)**

**LA DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA DE SAN MARTIN (2009)** reporta que la cosecha es la última labor de campo en el cultivo aunque el grano de maíz fisiológicamente está maduro antes de la madurez de cosecha, la madurez fisiológica se diferencia por la aparición de la capa negra en la base del grano. Un indicador de la maduración del cultivo es cuando la planta muestra un amarillamiento intenso, seguido de un secamiento que empieza de las hojas inferiores y concluye en la hojas superiores, las mazorcas doblan el pedúnculo y se cuelgan, las brácteas y los granos también se secan, la capa negra en los granos es más intensa. En la región, las variedades que utilizan los productores se cosechan entre los 110 y 120 días después de la siembra; la cosecha se inicia cuando la humedad de los granos está alrededor de 18 %, debe realizarse oportunamente para evitar el deterioro de los granos por ataque

de insectos y pudriciones de mazorca. En la Región San Martín, se realiza mayormente en forma manual “deshojando” las mazorcas de las plantas paradas. Estas se colocan en envases (sacos) que faciliten su traslado a los secaderos ubicados en lugares protegidos para complementar el secado en forma natural hasta que la humedad sea de 14 a 16 % e iniciar con el desgrane. Esta precocidad es de suma importancia en los maíces duros amarillos, es por ello que en el VRAE se puede obtener un mínimo de dos cosechas anuales, permitiendo de este modo una sostenibilidad en la alimentación del agricultor de selva. Los resultados de la precocidad coinciden con los obtenidos en la región del VRAE.

### 3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

#### 3.2.1. Altura de planta

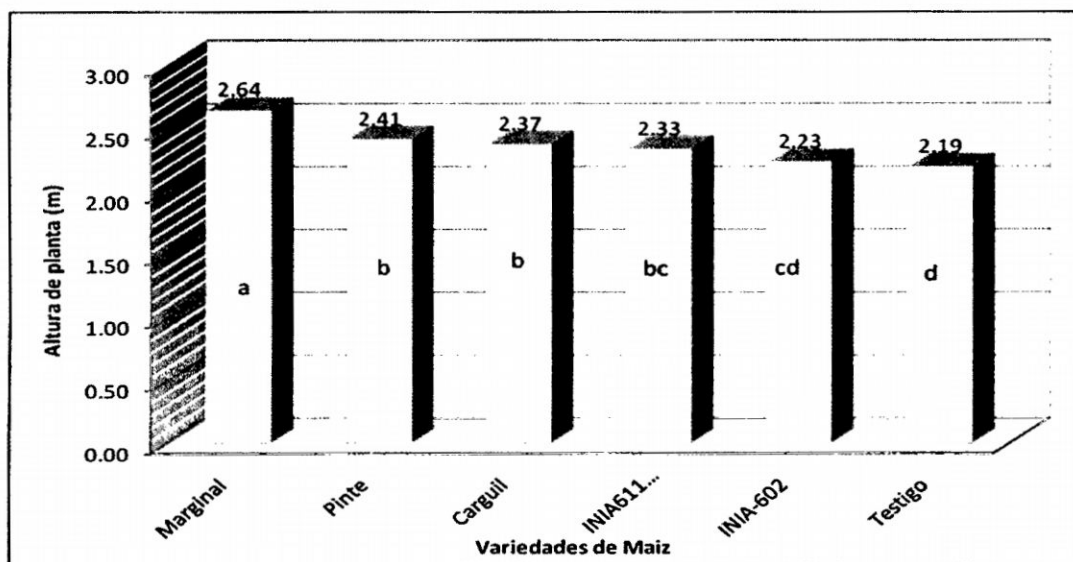
El Cuadro 3.2 del ANVA, muestra alta significación estadística para las diferentes variedades en la altura de planta, este resultado nos permitirá efectuar la prueba de contraste de promedios para detectar la variedad con mayor altura. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento.

**Cuadro 3.2 Análisis de variancia de la altura de planta en las seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloques	3	0.0449	0.0149	4.95	0.013 *
Variedades	5	0.5203	0.104	34.39	<.0001 **
Error	15	0.0453	0.003		
Total	23	0.6106			

C.V. = 2.32 %

El Grafico 3.1 muestra a la variedad Marginal como la de mayor altura superando estadísticamente a todos los genotipos evaluados, el valor que alcanza es de 2.64 m las variedades Pinte y Carguil sin diferencia estadística le sigue a la primera variedad mencionada. La altura de planta es una variable de gran importancia debido a que está relacionado con la formación de la gran masa fotosintética, por lo general existe una relación directa entre mayor altura de planta y alto rendimiento de grano. Este resultado nos permitiría sembrar maíz amarillo a baja densidad y obtener altos rendimientos utilizando menor cantidad de semilla (PALIWAL, 2001)



**Grafico 3.1 Prueba de Tukey de la altura de planta de las seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

**CORDERO (2013)** en la localidad de Pichari, reporta que la variedad Marginal 28 es la que alcanzó la mayor altura de planta, con 2.60 m, seguida de la variedad INIA 611, que alcanzó 2.5 m de altura de planta, del cual no se diferencia estadísticamente. La variedad Local (libre

polinización) alcanzó la menor altura de planta, con un valor de 2.3 m. Los resultados obtenidos para esta característica son similares a los obtenidos por **MALLMA (2007)** menciona para las variedades Marginal 28-T, Cargill 72 x 99 y 71 x 77, que alcanzaron altura de planta de 2.62, 2.61, 2.51 y 2.49 m en promedio; como consecuencia a la manifestación de las características fenotípicas influenciadas por el medio ambiente hacia el genotipo que es propio de cada variedad; resultados que guardan relación con los obtenidos por **SALGADO (2000)**, quien reporta datos para esta característica en las variedades 72 x 299, Marginal 28-T, 71 x 77, Pinte y INIA 602, con promedios en altura de plantas de 2.57, 2.49, 2.27 y 1.73 m, para condiciones del Valle de la Higuera en Huánuco; así mismo **GUARDA (2000)**, reporta resultados similares con algunas variedades de maíz como Pinte, Cargill y Marginal 28-T, en la que registra alturas de 2.56, 2.50 y 2.28 m, respectivamente. Los resultados obtenidos guardan estrecha relación a los obtenidos por el autor.

### 3.2.2. Altura de planta a la inserción de la mazorca

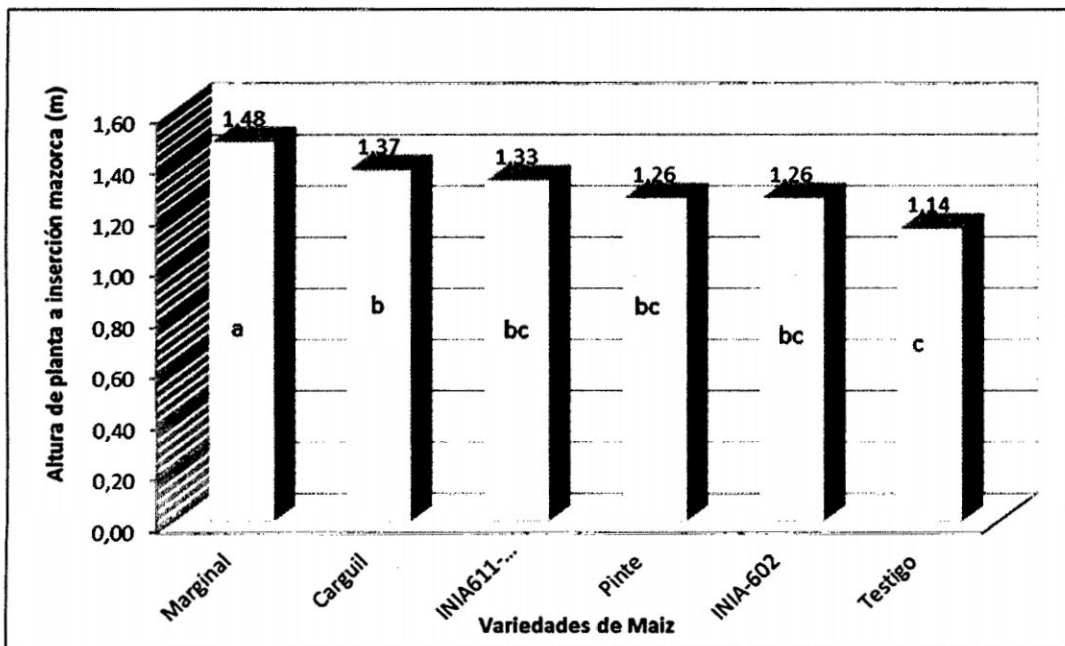
**Cuadro 3.3 Análisis de variancia de la altura de planta a la inserción de la mazorca en las seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	0.0271	0.009	1.14	0.36 ns
Variedades	5	0.3158	0.063	7.93	0.0008 **
Error	15	0.1194	0.0079		
Total	23	0.4625			

C.V. = 5.49 %

En el Cuadro del ANVA 3.3 observamos una alta significación estadística para la altura de planta a la primera mazorca, resultada que nos permite efectuar la prueba de contraste de Tukey para detectar esta característica. El coeficiente de variación reporta un valor de buena precisión para el experimento.

En los planes de mejora genética se planea tener variedades de maíz de alturas a la inserción de la primera mazorca a distanciamientos del porte de una persona de estatura media.



**Grafico 3.2 Prueba de Tukey de la altura de planta a la inserción de la mazorca en la seis variedades de maíz amarillo. Pichari 450 msnm**

El Grafico 3.2 muestra que las variedades Marginal, Carguil e INIA 611 son las que tienen una mayor altura a la mazorca con valores de 1.48, 1.37 y 1.33 m, sin diferencia estadística entre ellos. La importancia de esta variable es la comodidad a la cosecha manual.

**LEDESMA (2012)** en comparaciones con 22 híbridos de maíz amarillo y siete testigos de maíces de libre polinización reporta alturas a la inserción de la mazorca un rango de 98 cm a 130 cm. Estos resultados aun cuando son del Ecuador sirven para hacer una comparación, los valores obtenidos en el presente trabajo que se encuentran en este rango.

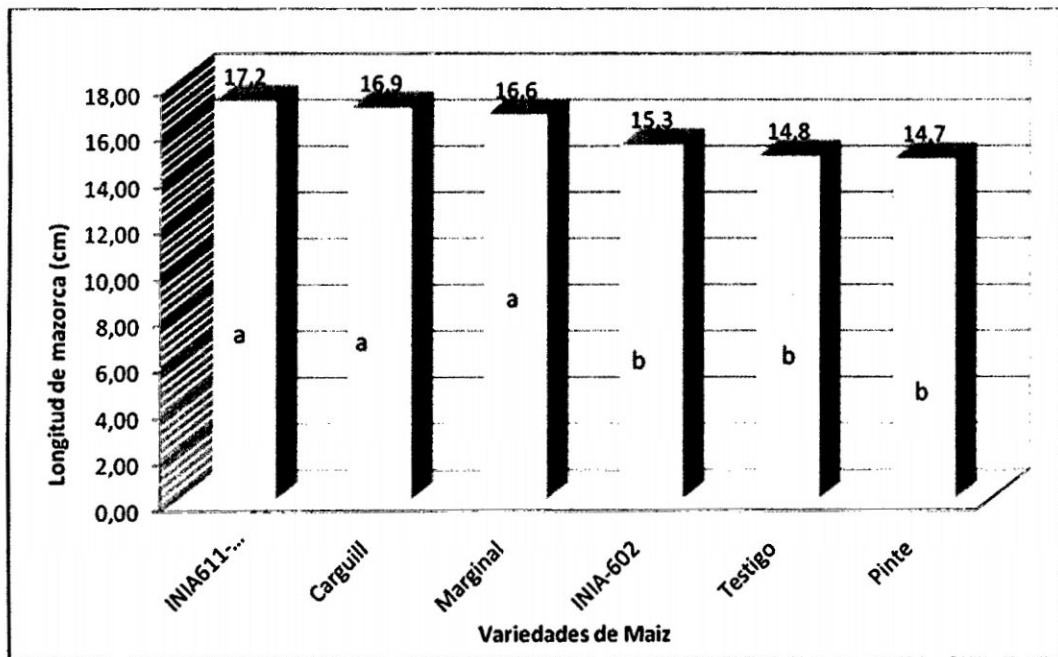
### 3.2.3. Longitud de mazorca.

**Cuadro 3.4 Análisis de variancia de la longitud de mazorca en las seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	8.4931	2.831	17.53	<.0001 **
Variedades	5	24.5641	4.912	30.42	<.0001 **
Error	15	2.4223	0.1615		
Total	23	35.4796			

C.V. = 2.49 %

En el Cuadro del ANVA 3.4 observamos una alta significación estadística para la longitud de mazorca en las diferentes variedades de maíz amarillo, esta variable está muy relacionada con el rendimiento de grano. Este resultado permite efectuar la prueba de contraste de Tukey para detectar diferencia en esta característica. El coeficiente de variación reporta un valor de buena precisión para el experimento. Este resultado nos proporciona buena confianza en los resultados obtenidos, básicamente en las diferencias de los promedios de la longitud de mazorca.



**Grafico 3.3 Prueba de Tukey de la longitud de mazorca de las seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

El Grafico 3.3 muestra a la variedad INIA611, Carguill y Marginal como los genotipos con mayor longitud de mazorca sin diferencia estadística entre ellos con valores de 17.2 cm, 16.9 cm y 16.6 cm respectivamente. Las diferencias obtenida para esta variable, se puede atribuir a la constitución genética que son propias de cada una de las variedades estudiadas y al comportamiento influenciado por el factor ambiental. **SALGADO (2000)**, ha reportado resultados ligeramente menores a los obtenidos en el presente trabajo, en los que las variedades 72 x 299, 71 x 77, Marginal 28-T y Pinte, presentaron longitudes promedios de mazorca de 16.5, 15.53, 14.46 y 13.20 cm, respectivamente. Por su parte, **GUARDA Y GONZALES (2000)** encontró longitudes de mazorca de 18.59, 17.25 y 16.98 cm, que corresponden a las variedades Cargil, Marginal 28-T y Pinte, respectivamente. **MALLMA (2007)**, encontró la mayor longitud de

mazorca en las variedades 72 x 299 y Cargill, con 19.77 y 19.78 cm, y la variedad local (testigo) registró una longitud menor, que en promedio fue de 17.62 cm; valores muy similares a los encontrados en el presente trabajo.

**CORDERO (2013)** en un trabajo experimental en el VRAE reporta longitudes de mazorca de 19.7 cm 18.9 cm para las variedades INIA 611 y Cargill, estos resultados también coinciden con los encontrados con las dos variedades.

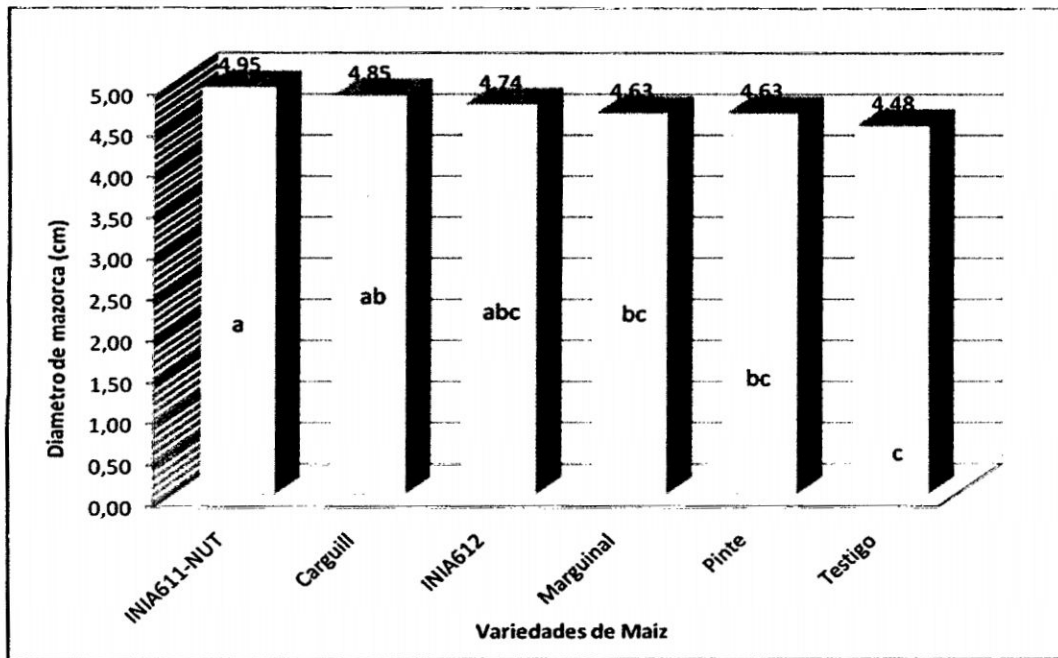
### 3.2.4. Diámetro de la mazorca

**Cuadro 3.5 Análisis de variancia del diámetro de la mazorca en las seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	0.179	0.059	3.71	0.035 *
Variedades	5	0.57	0.114	7.09	0.001 **
Error	15	0.241	0.016		
Total	23	0.99			

C.V. = 2.70 %

En el Cuadro del ANVA 3.4 observamos una alta significación estadística para el diámetro de mazorca en las diferentes variedades de maíz amarillo, esta variable conjuntamente con la longitud está muy relacionada con el rendimiento de grano. Este resultado permite efectuar la prueba de contraste de Tukey para detectar diferencia existente en esta característica. El coeficiente de variación reporta un valor de buena precisión para el experimento.



**Grafico 3.4 Prueba de Tukey del diámetro de la mazorca en la parte central de las seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

El Grafico 3.4 muestra a la variedad INIA-611, Cargill, INIA-602 como las variedades con mayor diámetro de mazorca, pero sin diferencia estadística los valores que toman estos genotipos son de 4.95, 4.85 y 4.70 cm. Estos valores indican el potencial del rendimiento de grano para estas variedades.

Los componentes del rendimiento del maíz están determinados por características biométricas de la mazorca (longitud y diámetro de la mazorca, número de hileras y número de granos por hilera), número de mazorcas por planta, peso de 1000 granos, etc. Diversos estudios así lo corroboran, sobre todo los realizados por **FERRARIS Y COURETOT (2004)** quienes evaluaron el comportamiento de 26 híbridos de maíz y los siguientes componentes del rendimiento, peso de 1000 granos, número

de hileras por mazorca y diámetro de mazorca. **CHURA Y TEJADA (2014)** en el campo de la UNA-La Molina, obtuvieron para el diámetro de mazorca en las variedades INIA-611, Cargill y BG-9623 los valores promedios de 4.5, 4.5 y 5.0 cm. Estos resultados coinciden con los obtenidos y presentados en el Grafico 3.4.

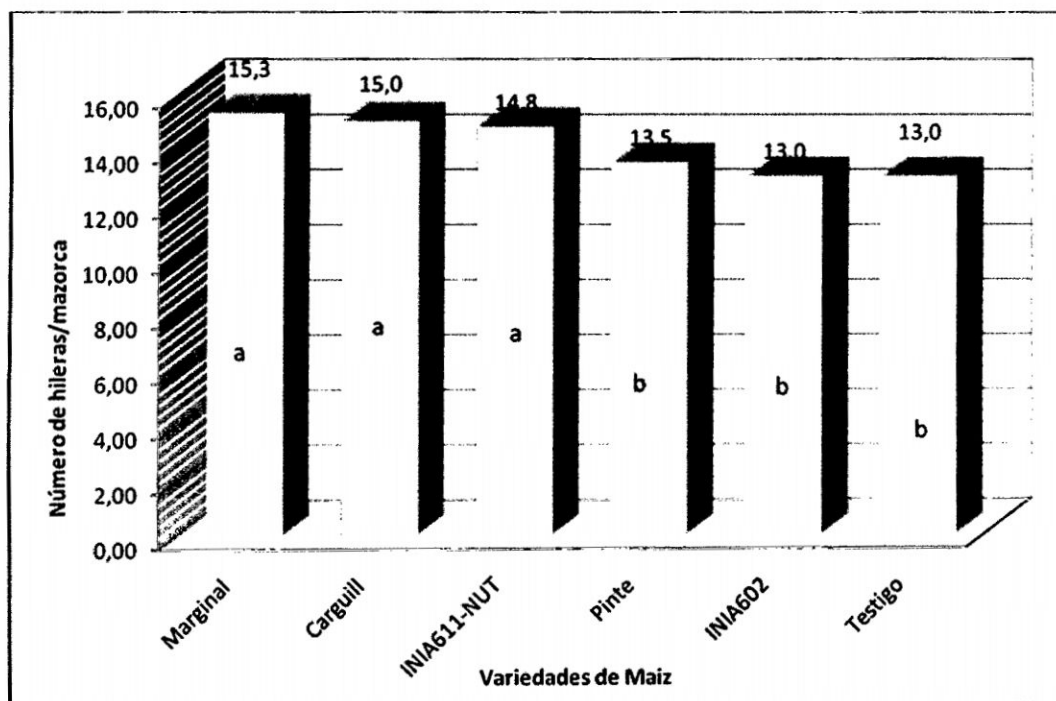
### 3.2.5. Número de hileras por mazorca

**Cuadro 3.6 Análisis de variancia del número de hileras por mazorca en las seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	4.833	1.611	6.59	0.005 **
Variedades	5	21.333	4.266	17.45	<.0001 **
Error	15	3.666	0.244		
Total	23	29.8333			

C.V. = 3.50 %

El análisis de variancia mostrado en el Cuadro 3.6 indica alta significación estadística para el número de hileras por mazorca, esta variable está muy relacionada al rendimiento de grano los resultados obtenidos permiten efectuar la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar que genotipo es el que tiene el mayor número de hileras. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento



**Grafico 3.5 Prueba de Tukey del número de hileras/mazorca en las seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

En el Grafico 3.5 observamos que la variedad Marginal, Cargill e INIA-611 son la de mayor hileras por mazorca sin diferencia estadística entre ellos, tomando valores de 15.3 cm, 15.0 cm y 14.8 cm. Las variedades Pinte, INIA 602 y el Testigo son las de menor número de hileras/mazorca.

**MALLMA (2007)** en su trabajo experimental en la variedades evaluadas como: Marginal 28, Pinte, Cargill e INIA 602, reporta valores promedios de 15.5 a 14.1 hileras por mazorca, resultados semejantes a los obtenidos en el presente experimento.

**JUGENHEIMER (1981)** menciona que los datos biométricos de la mazorca son los que más contribuyen al rendimiento de maíces híbridos,

lo que se comprueba en el híbrido BF-9719, que presenta los más altos valores de longitud, diámetro, número de hileras y número de granos por hilera de la mazorca. Estas características influyeron en su alto rendimiento de la siguiente manera: un alto valor de diámetro permitió un mayor número de hileras, la mayor longitud de mazorca influyó en el alto número de granos por hilera, todo ello implica un mayor número de granos por planta y por unidad de superficie. Estos resultados se corroboran con las variedades híbridas como son INIA- 611, Marginal y Cargill que muestran los mayores rendimientos.

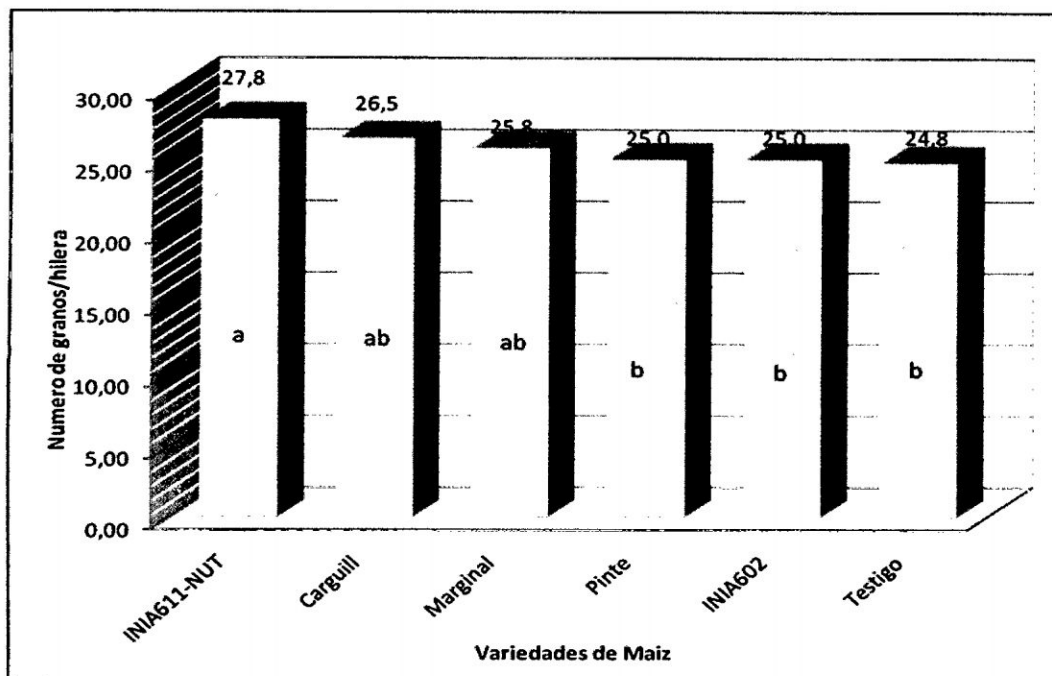
### 3.2.6. Número de granos/hileras

**Cuadro 3.7 Análisis de variancia del número de granos/ hilera seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	69.125	23.042	17.7	<.0001 **
Variedades	5	26.708	5.342	3.98	0.017 *
Error	15	20.125	1.342		
Total	23	115.958			

C.V. = 4.50 %

El análisis de variancia mostrado en el Cuadro 3.7 indica alta significación estadística para el número de hileras por mazorca, esta variable está muy relacionada al rendimiento de grano los resultados obtenidos permiten efectuar la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar que genotipo es el que tiene el mayor número de granos/hilera. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento permitiéndonos una buena confianza en los resultados



**Grafico 3.6 Prueba de Tukey del número de granos/hilera en las seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

El Grafico 3.6 muestra para el número de grano/hilera a las variedades INIA611-NUT, Cargill y Marginal como los genotipos con el mayor valor en la variable mencionada sin diferencia estadística entre ellos, esto afirma que son los de mayor valor en las variables de rendimiento. Los valores obtenidos son de 27.8, 26.5 y 25.8 en promedio de granos/hilera.

**CHURA Y TEJADA (2014)** En un ensayo en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, experimentando la adaptación de 16 híbridos de maíz amarillo duro, 10 de ellos fueron experimentales y 6 comerciales dentro de ellos estaban las variedades, INIA 611, Cargill e INIA 602 que reportaron valores para número de granos por hilera de 28.9, 27.4 y 26.8 granos por hilera. Estos valores se encuentran dentro de los obtenidos en el presente experimento.

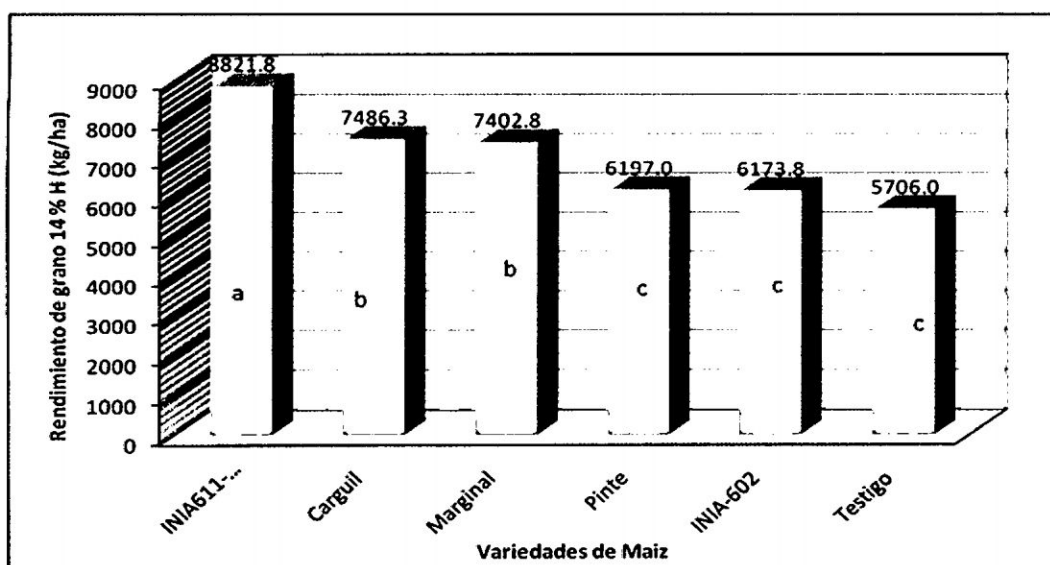
### 3.2.7. Rendimiento de grano

**Cuadro 3.7 Análisis de variancia del rendimiento de grano al 14 % seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	749431.5	249810.5	1.55	0.243 ns
Variedades	5	26847310.83	5369462	33.22	<.0001 **
Error	15	2424665.5	161644.4		
Total	23	30021407			

C.V. = 5.77 %

El rendimiento de grano al 14 % de humedad es la variable que en definitiva nos explica y determina la adaptación y estabilidad de las variedades. En el Cuadro 3.7 observamos con alta significación estadística la diferencia entre las variedades en evaluación. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento, proporcionándonos buena confianza en los rendimientos.



**Grafico 3.7 Prueba de Tukey del rendimiento de grano al 14 % de humedad de seis variedades de maíz amarillo. Pichari 480 msnm**

En el Gráfico 3.7, se muestra la prueba de contraste de Tukey (0.05) en el rendimiento promedio del maíz amarillo expresado en kg/ha, se observa que la variedad INIA611-NUT presenta un mayor rendimiento promedio de maíz en grano al 14 % de humedad con 8821.8 kg/ha superando estadísticamente a las demás variedades; la variedad Cargill y Marginal sin diferencia estadística entre ellos son las que tienen una segunda opción con rendimientos de 7486.3 y 7402.8 kg/ha. Las demás variedades evaluadas sin diferencia estadística son las que obtienen un menor rendimiento.

El efecto del ambiente ha favorecido a algunas variedades en la adaptación y mostrar su potencial genético superando al testigo local. MALLMA (2007) en la localidad de Pichari obtiene los mayores rendimientos con las variedades, 72 x 299 y Cargill con rendimientos de 7407.7 y 7399.6 kg/ha seguido de las variedades Marginal 28-T, 71 x 77, Pinte, 77 x 294 e INIA 602 con 5785.4, 5644.3, 5524.7, 5552.0 y 5408.1 kg/ha. Por otro lado, el testigo local tiene un rendimiento de 4697.8 kg/ha. En el presente trabajo se reporta mayores rendimientos que los obtenidos por el mencionado autor esto se debe a la introducción de nuevos genotipos al manejo y al medio ambiente favorable de la campaña donde se instaló el experimento. Así mismo **ACUÑA (1998)** en la localidad de Huánuco menciona haber obtenido rendimientos mayores con la variedad, Cargill reportando 7900 kg/ha y para las otras variedades como Pinte e INIA 602, reporta datos menores con rendimientos de 6832 y 6820 kg/ha,

mientras que para la Marginal 28-T, reporta obtener datos de menor rendimientos de 5280 kg/ha. Estos valores son similares a los obtenidos en el presente experimento, esto nos indica la adaptación de las variedades a zonas tropicales. **OCHOA (2008)** en el valle interandino del Apurímac, con la variedad Marginal 28-T, reporta un rendimiento promedio de maíz en grano seco de 3191.03 kg/ha; este resultado es inferior a los obtenidos en el presente experimento, dándonos una mejor respuesta a la adaptación a zonas tropicales de las variedades evaluada.

**EL MINISTERIO AGRICULTURA (2011)** reporta el rendimiento promedio nacional de maíz amarillo duro en el año 2011 fue de 4.515 kg/ha, siendo un 3.7% superior que el rendimiento promedio del año 2010. Son tres las regiones con mayor rendimiento promedio en el año 2011, Lima (8.979 kg/ha), La Libertad (8.897 kg/ha) Ica (8.816 kg/ha); otras dos regiones mantienen rendimientos superiores al promedio nacional, como son Lambayeque (6.662 kg/ha) y Ancash (5.103 kg/ha). Estos rendimiento explican que al manejar híbridos, estos deben de dotarles del manejo adecuado para de este modo expresen su potencial genético de rendimiento. Los resultados obtenidos guardan una relación con los reportados en los departamentos mencionados.

### **3.3. VARIABLES DE CALIDAD AGRONOMICA DE LOS GENOTIPOS**

El Cuadro 08 muestra las variables del diámetro de tuza, peso de grano por mazorca, peso de tuza, peso de mazorca, porcentaje de desgrane,

peso de 1000 granos, porcentaje de humedad a la cosecha y porcentaje de grano en equilibrio. Este último valor se obtiene cuando la mazorca está seca y se ha procedido al desgrane.

**CHURA y TEJADA (2014)** mencionan que los datos biométricos de la mazorca son los que más contribuyen al rendimiento de maíces híbridos lo que se comprueba en el híbrido BF-9719, que reporta un rendimiento de 10.5 t/ha de grano al 14 % de humedad y presenta los más altos valores de longitud (16.5 cm), diámetro (5.2 cm), número de hileras (16.1), porcentaje de desgrane (82%), número de granos por hilera de la mazorca (30) y peso de 1000 granos (298 g). Los valores mencionados coinciden con los obtenidos por la mejor variedad del experimento, INIA-611 que es la que tiene un mayor rendimiento de grano, como segunda opción están las variedades Cargill y Marginal que muestran rendimientos al 14 % de humedad del grano de 8821.8, 7486.3 y 7402.8 kg/ha.

**Cuadro 3.8. Variables de calidad agronómica de comparación de promedios, rangos y desviación estándar (D.E) de las variedades evaluadas de maíz amarillo duro. Pichari 480 msnm**

Variedad	Diámetro Tuza (cm)	Peso de Grano (g)	Peso de tuza (g)	Peso de Mazorca (g)	Porcentaje desgrane	Peso de 1000 Granos	Humedad (%) Grano Cosecha	Humedad (%) Grano Equilibrio
<b>INIA 611</b>								
Promedio	3,52	136,2	29,3	165,5	82%	295,7	23,5	13,5
Rango	3,4 - 3,8	109,5 - 200,4	20,8 - 36,4	130,5 - 236,6	79% - 85%	262,7 - 325,3	22,0 - 24,6	12,8 - 14,2
D.E.	0,14	29,8	6,8	35,37	2%	21,75	0,65	0,62
<b>Cargill</b>								
Promedio	3,47	129,0	27,9	156,94	82%	288,8	21,6	12,8
Rango	3,4 - 3,6	128,9 - 179,2	24,5 - 47,6	153,5 - 226,8	79% - 84%	241,1 - 325,2	22,0 - 22,5	12,4 - 12,9
D.E.	0,07	18,0	7,0	24,78	2%	22,7	0,72	0,61
<b>Marginal</b>								
Promedio	3,49	126,3	26,4	152,69	83%	298,5	22,4	13,6
Rango	3,4 - 3,6	109,5 - 148,6	20,9 - 35,1	130,5 - 181,7	81% - 84%	241,5 - 363,0	21,5 - 22,8	12,5 - 13,9
D.E.	0,07	16,35	5,65	21,77	1%	36,1	0,62	0,58
<b>Pinte</b>								
Promedio	3,45	118,16	25,23	143,39	82%	297,81	22,6	13,8
Rango	3,4 - 3,5	98,9 - 149,2	20,0 - 34,2	118,9 - 183,4	81% - 83%	235,7 - 343,2	21,5 - 23,2	13,1 - 14,2
D.E.	0,05	15,17	4,33	19,44	1%	36,65	0,78	0,67
<b>INIA 602</b>								
Promedio	3,44	116,24	23,79	140,03	83%	301,1	21,5	13,2
Rango	3,4 - 3,5	125,7 - 164,8	24,5 - 38,5	127,9 - 168,9	81% - 87%	234,7 - 347,1	21,1 - 22,8	12,6 - 13,6
D.E.	0,05	10,64	4,45	15,0	1%	35,32	0,77	0,64
<b>Local</b>								
Promedio	3,44	116,2	25,09	141,28	83%	311,2	22,2	13,5
Rango	3,4 - 3,5	109,5 - 123,7	20,8 - 30,4	130,5 - 154,4	80% - 87%	248,2 - 350,8	21 - 23	13,3 - 14,2
D.E.	0,07	5,75	4,31	9,76	2%	29,18	0,71	0,62

### **3.4. MERITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS**

El análisis económico del rendimiento en grano del maíz al 14 % de humedad de los seis tratamientos estudiada se presenta en el Cuadro 09, los mismos que han sido realizados teniendo en cuenta los costos de producción y los ingresos por ventas correspondientes (Anexo 2). La mayor utilidad se obtuvo con la variedad INIA611-NUT, Cargill y Marginal en los tres casos presentan una rentabilidad de 258.55 %, 204.28 % y 200.88 % respectivamente, esto nos demuestra la alta productividad de estos genotipos en base a un manejo agronómico básicamente en la fertilización y control de malezas. MALLMA (2007) encontró un mayor rendimiento de grano de maíz amarillo en las variedades 72x299 y la variedad Cargill con 7047 y 7399 kg/ha. La inversión por el costo de producción fue de 2255 Nuevos Soles. La venta fue de 5926 Nuevos Soles, de los cuales la utilidad bruta llegó a 3670, con una rentabilidad promedio de 162.70 %. En el presente trabajo se llega a una rentabilidad mayor por el precio de venta del grano.

**Cuadro 3.9 Rentabilidad de la producción de maíz al 14 % de humedad (kg/ha) en los 6 tratamientos. Pichari 480 msnm**

<b>Tratamiento</b>	<b>Rdto. (kg/ha)</b>	<b>Precio (s./kg)</b>	<b>Ingreso Por ventas (S/.)</b>	<b>Costo de Produc. (S/.)</b>	<b>Utilidad (S/.)</b>	<b>Rentab. (%)</b>
<b>INIA611-NUT</b>	8821.80	1.50	13232.70	3432.00	9800.70	258,55%
<b>Cargill</b>	7486.40	1.50	11229.60	3432.00	7797.60	204,28%
<b>Marginal</b>	7402.80	1.50	11104.20	3432.00	7672.20	200,88%
<b>Pinte</b>	6197.00	1.50	9295.50	3432.00	5863.50	151,87%
<b>INIA-602</b>	6173.80	1.50	9260.70	3432.00	5828.70	150,93%
<b>Testigo</b>	5706.00	1.50	8559.00	3432.00	5127.00	131,91%

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- Los genotipos evaluadas se comportan como precoces, pero la variedad local de polinización libre relativamente se comporta como la más precoz con 92 a 99 dds a la madurez fisiológica y las demás variedades entre 96 a 102 dds
- La variedad Marginal-28 se muestra como la de mayor altura superando a todos los genotipos evaluados, el valor que alcanzó fue de 2.64 m. Las variedades Pinte y Cargill con alturas de 2.41 m y 2.37 m son las de segundo lugar. Los genotipos Marginal-28, Cargill e INIA 611 son las que tienen una mayor altura a la mazorca con valores de 1.48, 1.37 y 1.33 m.
- Las variedades INIA-611, Cargill y Marginal son los genotipos con mayor longitud de mazorca con valores de 17.2 cm, 16.9 cm y 16.6 cm respectivamente. En el diámetro de mazorca las variedades

INIA-611, Cargill e INIA-602 son las que tienen mayor valor con 4.95 cm, 4.85 cm y 4.74 cm respectivamente

- Marginal, Cargill e INIA- 611 son la de mayores hileras por mazorca, mostrando valores de 15.3, 15.0 y 14.8 respectivamente. En el número de granos/hilera las variedades INIA611-NUT, Cargill y Marginal son los genotipos con el mayor valor teniendo 27.8, 26.5 y 25.8 en promedio de granos/hilera.
- La variedad INIA-611 presenta un mayor rendimiento promedio de grano al 14 % de humedad con 8821.8 kg/ha. La variedad Cargill y Marginal sin diferencia son las que muestran una segunda opción con rendimientos de 7486.3 y 7402.8 kg/ha
- La mayor utilidad se obtuvo con la variedad INIA611-NUT, Cargill y Marginal en los tres casos presentan una rentabilidad de 258.55 %, 204.28 % y 200.88 % respectivamente.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

En base a las conclusiones obtenidas se recomienda:

- Promocionar y difundir la utilización de las variedades de maíz amarillo duro INIA 611 – NUTRI PERÚ y Marginal 28- TROPICAL por su alta capacidad de rendimiento, con lo que los agricultores obtendrán mejores ingresos económicos.
- Recomendar las variedades mencionadas por su alto contenido de lisina, toda vez que en mazorca fresca es consumido directamente por el poblador de selva en sopas, tamales y choclo.
- Efectuar ensayos de rendimiento de maíz amarillo duro, con aplicaciones de fertilización y realizando siembras en diferentes épocas de siembra.
- Difundir el conocimiento del manejo agronómico desde su siembra hasta la cosecha con la finalidad de obtener óptimos rendimientos en grano y mazorca de estos híbridos comerciales.

## RESUMEN

El presente estudio de la adaptación en el rendimiento en seis variedades comerciales de maíz amarillo duro se realizó bajo las condiciones de Pichari –Cusco. El experimento tuvo como objetivos: a) comprobar las características de precocidad de las variedades evaluadas, b) determinar el rendimiento de grano y su calidad d) determinar el mérito económico de las variedades en su productividad en grano. Se estudió la adaptación al rendimiento de seis variedades de maíz amarillo duro. El material genético experimental estuvo constituido por cuatro híbridos comerciales, que unidos a una variedad local y una variedad seleccionada por el INIA-Huánuco que fueron los genotipos de libre polinización, estos hicieron un total de seis variedades. El experimento se condujo en el Diseño de Bloques Completo Randomizado con cuatro bloques. Los genotipos evaluados en su generalidad mostraron precocidad llegando a la madurez fisiológica entre 96 a 102 dds esto para las variedades híbridas, a los 92 a 99 días para la variedad local. Las variedades híbridas llegaron a la

madurez de cosecha a los 130 días y la variedad local a los 125 días. Las variedades INIA-611, Cargill y Marginal son los genotipos con mayor longitud de mazorca con valores de 17.2 cm, 16.9 cm y 16.6 cm respectivamente. En el diámetro de mazorca las variedades INIA-611, Cargill e INIA-602 son las que tienen mayor valor con 4.95 cm, 4.85 cm y 4.74 cm respectivamente. Marginal, Cargill e INIA- 611 son la de mayor hileras por mazorca, mostrando valores de 15.3 cm, 15.0 cm y 14.8 cm. Respectivamente. En número de granos/hilera las variedades INIA611-NUT, Cargill y Marginal son los genotipos con el mayor valor teniendo 27.8, 26.5 y 25.8 en promedio de granos/hilera. En el rendimiento de grano que es la variable de mayor importancia económica se encontró diferencias estadísticas entre los genotipos evaluados, siendo la variedad INIA611-NUT la que reportó una mayor productividad con un valor de 8821.8 kg/ha, en un segundo plano están las variedades Cargill y Marginal con rendimiento de grano de 7486.3 y 7402.8 kg/ha La mayor rentabilidad se obtuvo con la variedad INIA611-NUT, Cargill y Marginal en los tres casos presentan una rentabilidad de 258.55 % , 204.28 % y 200.88 % respectivamente.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ACUÑA, E. 1998 Evaluación del rendimiento de variedades híbridas, experimentales y comerciales de maíz amarillo duro en el valle de la Higuera Huánuco Perú
2. ALDRICH, S. 1974 Producción moderna del maíz Edición Hemisferio Sur Argentina
3. BARTOLINI, R. 1990. El Maíz Ediciones. Mundi - Prensa. Madrid España.
4. BOCANEGRA, S. 1953. El maíz híbrido en la costa peruana. Programa Cooperativo Experimental Agropecuario. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 45 pp.
5. CAVERO, C, R. 1 986 "Maíz Chicha y religiosidad andina" – Edit. UNSCH. Ayacucho – Perú.
6. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO (CIMMYT) 1974. México.
7. CRONQUIST, A. 1961. Introductory Botany. New York Harpen & Brothers. 601-612 p.
8. CIMMYT. 1985 Manejo de ensayos e informe de datos para el programa de ensayos internacionales de maíz del CIMMYT
9. CIMMYT. 1974, influencia del ambiente en la producción del maíz México.
10. CORDERO, R. 2013. Rendimiento de cinco variedades de maíz duro (*Zea mays* L. Indurata St) Pichari 450 msnm La Convención Cusco. Primer ciclo de actualización. UNSCH-Ayacucho

11. CHURA, J. Y TEJADA, L. 2014 comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina. Universidad Nacional Agraria La Molina, p. 456, Lima, Perú.
12. DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA – SAN MARTIN (2009) Manual técnico del cultivo de maíz amarillo. Edición por Imagen institucional dirección regional de san Martin 12p
13. DIRECCIÓN REGIONAL AGRARIA – AYACUCHO (2009) Fortalecimiento de las agencias agrarias para la extensión agropecuaria región Ayacucho 20p
14. FERRARIS, G. Y COURETOT, L. 2004. Ensayo comparativo de híbridos comerciales de maíz en el área de Colón-Wheelwright, Argentina. Maíz. Resultados de las Unidades Demostrativas. Desarrollo Rural INTA Pergamino. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, pp. 37-43.
15. GASPARD, R. 1993 Ensayos de rendimiento en híbridos y variedades tropicales de maíz amarillo duro en el valle de Huancayo. Tesis para optar el Título de Ing. Agrónomo.
16. GARCÍA, F. 2002. Manejo de la fertilidad de suelos y fertilización para altos rendimientos de maíz en la región pampeana Argentina. 4º Conferencia Fertilizantes Cono Sur. British Sulphur. Porto Alegre Brasil 18-20 Noviembre
17. GUARDA, S.D. y GONZALES, H. F. 2000. Evaluación de híbridos dobles y triples (*Zea mays* L.) bajo condiciones de Tingo María. Trabajo de Investigación. UNAS, Tingo Maria, Perú. 64 p.

18. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) 2013. Producción de maíz en el mundo. Ministerio de Agricultura. Lima – Perú
19. FOPEX, 1985 “El maíz morado “. Manual del Fondo de Promoción de Exportadores – Perú”.
20. IBAÑEZ y AGUIRRE. 1983. Manual de Práctica de Fertilidad de suelos. UNSCH, Ayacucho – Perú
21. INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA (INIA) 2011. Maíz amarillo duro INIA 611 Nutri Perú. Publicación por JV Technology. ([jvtechnology.blogspot.com/2011/11/maiz-amarillo-duro-inia-611.html](http://jvtechnology.blogspot.com/2011/11/maiz-amarillo-duro-inia-611.html))
22. INIA 2006. Boletín Informativo sobre Adaptación y Prueba del Maíz Amarillo, Variedad Marginal 28 Tropical .Ayacucho – Perú.
23. INFOAGRO 2003 El Cultivo del Maíz. Información patrocinada por Productos Agri-Nova Science.
24. ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE ANÁLISIS DE SEMILLA (ISTA) 2008. Manual de evaluación de semillas, herramienta fundamental para todo laboratorio de semillas bajo las normas del ISTA
25. JUGENHEIMER, R. 1981. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Primera Edición. Editorial Limusa. México. 840 pp.
26. KARLEN D.; SADLER J. & CAMP C.1987. Dry matter, N, P and K accumulation rates by corn on Norfolk loamy sand. Agronomy Journal 79: 649-656.

27. LEDESMA, I. 2012 Evaluación del comportamiento agronómico de 20 híbridos de maíz provenientes del CIMMYT más siete testigos comerciales en tres ambientes del litoral ecuatoriano. INIAP-Ecuador.
28. MANRIQUE, A. 1997. El maíz en el Perú. Segunda edición. CONCYTEC. Perú”.
29. MANRIQUE, A. 1999. Maíz morado peruano (Zea mays L. Amilaceae st). Folleto R.I. Nro 2 – 99. Perú. 24 p.
30. MANRIQUE, A. NAKAHODO J. 1985. Mejoramiento del maíz tropical. Informe anual 1985, PCIM - UNA
31. MALLMA, Y. 2007 Evaluación de rendimiento en ocho variedades de maíz amarillo duro (*Zea mays* L indurata), bajo condiciones de Pichari 450 msnm Cusco. Tesis para obtener el Título de Ing, Agrónomo. UNSCH-Ayacucho
32. MINISTERIO DE AGRICULTURA 2000. Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria de Ayacucho.
33. MINISTERIO DE AGRICULTURA. SECTOR AGRARIO. Cultivos de Importancia Nacional ([http:// www.portalagrario.gob.pe/portal/sector-agrario/agricola/cultivos-de-importancia-nacional](http://www.portalagrario.gob.pe/portal/sector-agrario/agricola/cultivos-de-importancia-nacional)).
34. MINISTERIO DE AGRICULTURA-OFICINA GENERAL DE PLANIFICACIÓN AGRARIA Y DIRECCIÓN GENERAL DE PROMOCIÓN AGRARIA. 2011. Plan Estratégico de la Cadena Productiva de Maíz Amarillo Duro Avícola, Piscícola.

35. MINISTERIO DE AGRICULTURA 2011, Maíz amarillo duro – PRINCIPALES ASPECTOS DE LA CADENA PRODUCTIVA, Dirección General de Competitividad Agraria 31p
36. OCHOA, F. 2008 Control de malezas y densidad de plantas en el rendimiento de maíz amarillo (*Zea mays* L.) chincheros 2592 msnm. Apurímac. Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo. UNSCH- Ayacucho
37. OIA – AYACUCHO, 2003. Ministerio de Agricultura – Dirección Regional Agraria – Oficina de Información Agraria – Ayacucho.
38. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. ESTADÍSTICAS. FAOSTAT - Producción Agrícola. (<http://www.fao.org/corp/statistics/es/>).
39. PARSONS, B 1985. El maíz, manual de conducción Edit Trillas.
40. PALIWAL, R. 2001. El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 28. Roma. 350 pp
41. PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION EN MAIZ (PCIM) 1988, Avances de Investigación en híbridos y variedades de maíz
42. PUERTO, M. 1999 Evaluación de la calidad fisiológica de la semilla de maíz y frijol en Zamorano. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Zamorano Honduras.
43. REYES, C.P. 1990. El Maíz y su Cultivo. A.G.T. Editor. S.A. Progreso 202-Planta Atta. C.P. 11 800-México, D.F.

44. SISTEMA DE INFORMACIÓN RURAL AREQUIPA (SIRA) 2005. Convenio SADA – GTZ – IICA.
45. SALHUANA, W. Y SCHEUCH, F. 2004. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM): Logros y perspectivas. 50º Aniversario. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 478 pp.
46. SALGADO, L. 2000. Evaluación del deterioro de la semilla de maíz (*Zea mays* L.) después de madurez fisiológica. Tesis Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 59 p.
47. SEVILLA, R. 2000. Perspectivas del cultivo de maíz en el Perú. El auto-abastecimiento del maíz amarillo duro. *Revista Agroenfoque*, 15 (111): 10
48. TORRES, C. Y RODRÍGUEZ, A. 1993. Evaluación de las diferencias de rendimiento entre híbridos y variedades de maíz (*Zea mays* L.). XXXIX Reunión Anual de la Sociedad del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. Guatemala. 365 pp.
49. TINEO, A. 1998. "Manual Técnico de Fertilidad de Suelos". UNSCH. Ayacucho Perú.
50. TOSI, J. 1960 Zonas de vida natural en el Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA Zona Andina. Boletín Técnico N° 5. 271 p
51. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. 2001 Guía técnica del manejo integrado de maíz Amarillo duro 42 p.

# ANEXO

**Cuadro 1 A Datos biométricos del maíz amarillo duro INIA-602. Pichari - Cusco 480 msnm**

Muestra	Nº de Hileras	Nº Granos Hilera	Longitud Mazorca (cm)	Diámetro Mazorca (cm)	Diámetro Tuza (cm)	peso de grano (g)	Peso de tuza (g)	Peso de Mazorca (g)	Porcentaje desgrane
1	14	25	15,50	4,80	3,40	130,25	25,60	156,00	85%
2	13	26	16,40	4,70	3,40	125,68	24,80	148,50	86%
3	15	28	14,60	4,60	3,40	128,90	24,60	153,60	84%
4	14	24	14,80	4,80	3,50	129,40	25,80	154,80	87%
5	12	25	15,70	4,70	3,40	134,60	26,38	155,20	85%
6	14	26	16,50	4,60	3,40	138,90	25,80	158,70	84%
7	12	24	14,50	4,70	3,50	129,94	24,47	154,41	84%
8	14	25	16,00	4,80	3,50	165,20	37,15	202,35	82%
9	14	24	15,60	4,80	3,40	130,80	26,80	162,30	82%
10	14	23	16,70	5,00	3,50	164,80	38,50	205,60	81%
Promedio	13,6	25,0	15,63	4,75	3,44	137,85	27,99	165,15	84%
Rango	12-14	23-26	14,5 - 16,5	4,6 - 5,0	3,4 - 3,5	125,7 - 164,8	24,5 - 38,5	148,5 - 205,60	81 % - 87 %
D.E	0,97	1,41	0,79	0,12	0,05	14,74	5,25	20,78	2%

**Cuadro 2 A Datos biométricos del maíz amarillo duro Local de libre polinización. Pichari - Cusco 480 msnm**

Muestra	Nº de Hileras	Nº Granos Hilera	Longitud Mazorca (cm)	Diámetro Mazorca (cm)	Diámetro Tuza (cm)	peso de grano (g)	Peso de tuza (g)	Peso de Mazorca (g)	Porcentaje desgrane
1	13	25	14,00	4,80	3,30	142,56	35,60	178,16	80%
2	12	26	14,00	4,60	3,50	145,60	34,20	179,80	81%
3	14	29	15,00	4,60	3,40	128,90	24,60	153,50	84%
4	13	24	14,80	4,80	3,50	129,40	25,80	155,20	87%
5	12	25	15,70	4,70	3,40	134,60	26,38	160,98	85%
6	14	26	16,50	4,60	3,40	138,90	25,80	164,70	84%
7	12	24	14,50	4,70	3,50	129,94	24,47	154,41	84%
8	14	28	16,00	5,00	3,50	140,80	35,65	176,45	80%
9	13	24	15,60	4,80	3,40	130,80	26,80	157,60	82%
10	14	25	16,70	4,50	3,50	145,50	35,84	181,34	81%
Promedio	13,1	25,6	15,28	4,71	3,44	136,70	29,51	166,21	83%
Rango	12-14	24-29	14,0 16,7	4,5 - 5,0	3,4 - 3,5	128,9 - 145,6	24,5 - 35,84	153,5 - 190,5	80% - 87%
D.E	0,88	1,71	0,97	0,14	0,07	6,76	5,07	11,48	2%

**Cuadro 3 A Datos biométricos del maíz amarillo duro Pinte. Pichari – Cusco 480 msnm**

Muestra	Nº de Hileras	Nº Granos Hilera	Longitud Mazorca (cm)	Diámetro Mazorca (cm)	Diámetro Tuza (cm)	peso de grano (g)	Peso de tuza (g)	Peso de Mazorca (g)	Porcentaje desgrane
1	12	28	14,00	4,80	3,40	116,43	23,56	139,99	83%
2	14	29	13,50	5,00	3,50	141,03	32,03	173,06	81%
3	14	24	14,60	4,60	3,40	128,90	26,80	155,70	83%
4	14	30	14,80	4,80	3,50	129,40	25,80	155,20	83%
5	12	25	15,70	4,70	3,40	134,60	28,90	163,50	82%
6	14	26	16,50	4,60	3,40	138,90	30,54	169,44	82%
7	12	24	14,50	4,70	3,50	129,94	26,50	156,44	83%
8	14	29	15,60	4,90	3,50	175,56	40,25	215,81	81%
9	14	25	15,60	4,80	3,40	130,80	26,80	157,60	83%
10	14	28	16,70	5,00	3,50	164,55	35,64	200,19	82%
Promedio	13,4	26,8	15,15	4,79	3,45	139,01	29,68	168,69	82%
Rango	12-14	24-30	13,5 - 16,7	4,6 - 5,0	3,4 - 3,5	116,4 - 175,7	23,6 - 40,3	139,9 - 215,8	81 % - 83 %
D.E	0,97	2,25	1,04	0,14	0,05	17,84	5,09	22,87	1%

**Cuadro 4 A Datos biométricos del maíz amarillo duro Marguinal. Pichari - Cusco 480 msnm**

Muestra	Nº de Hileras	Nº Granos Hilera	Longitud Mazorca (cm)	Diámetro Mazorca (cm)	Diámetro Tuza (cm)	peso de grano (g)	Peso de tuza (g)	Peso de Mazorca (g)	Porcentaje desgrane
1	16	38	16,50	4,80	3,60	172,56	41,26	213,82	0,81
2	15	35	15,50	4,80	3,50	165,00	36,87	201,87	0,82
3	14	24	14,60	4,60	3,40	128,90	24,60	153,50	0,84
4	14	24	14,80	4,80	3,50	129,40	25,80	155,20	0,83
5	15	35	16,50	4,80	3,60	134,60	26,38	160,98	0,84
6	14	26	16,50	4,60	3,40	138,90	25,80	164,70	0,84
7	14	28	15,80	4,70	3,50	142,56	26,89	169,45	0,84
8	16	25	17,10	5,10	3,50	168,56	40,25	208,81	0,81
9	14	24	15,60	4,80	3,40	130,80	26,80	157,60	0,83
10	16	28	16,70	5,00	3,50	174,80	35,64	210,44	0,83
Promedio	14,8	28,7	15,96	4,80	3,49	148,61	31,03	179,64	83%
Rango	12-14	24-38	14,6 - 17,1	4,6 - 5,1	3,4 - 3,6	128,9 - 174,80	24,6 - 41,3	153,5 - 213,8	81 % - 84 %
D.E	0,92	5,31	0,84	0,16	0,07	19,23	6,65	25,61	1%

**Cuadro 5 A Datos biométricos del maíz amarillo duro Cargill. Pichari - Cusco 480 msnm**

Muestra	Nº de Hileras	Nº Granos Hilera	Longitud Mazorca (cm)	Diámetro Mazorca (cm)	Diámetro Tuza (cm)	peso de grano (g)	Peso de tuza (g)	Peso de Mazorca (g)	Porcentaje desgrane
1	13	40	16,60	4,80	3,50	169,53	35,60	205,13	0,83
2	15	33	17,10	4,70	3,50	179,24	47,56	226,81	0,79
3	14	24	14,60	4,60	3,40	128,90	24,60	153,50	0,84
4	14	26	14,80	4,60	3,50	135,62	28,90	164,52	0,82
5	15	33	16,00	4,80	3,40	156,00	32,23	188,23	0,83
6	14	26	16,50	4,60	3,40	138,90	25,80	164,70	0,84
7	13	26	14,50	4,70	3,50	129,94	24,47	154,41	0,84
8	15	28	17,10	5,10	3,60	178,56	43,80	222,36	0,80
9	14	24	15,60	4,80	3,40	130,80	26,80	157,60	0,83
10	15	28	16,70	5,00	3,50	170,56	38,56	209,12	0,82
Promedio	14,2	28,8	15,95	4,77	3,47	151,81	32,83	184,64	82%
Rango	13-15	24-40	14,5 17,1	4,6 - 5,1	3,4 - 3,6	128,9 - 179,2	24,5 -47,6	153,5 - 226,8	79 % - 84 %
D.E	0,79	5,07	1,02	0,17	0,07	21,15	8,28	29,16	2%

**Cuadro 6 A Datos biométricos del maíz amarillo duro INIA-611. Pichari – Cusco 480 msnm**

Muestra	Nº de Hileras	Nº Granos Hilera	Longitud Mazorca (cm)	Diámetro Mazorca (cm)	Diámetro Tuza (cm)	peso de grano (g)	Peso de tuza (g)	Peso de Mazorca (g)	Porcentaje desgrane
1	15	44	18,50	4,60	3,80	235,80	42,56	278,36	85%
2	14	33	17,50	4,60	3,70	196,47	41,56	238,03	83%
3	14	24	15,20	4,60	3,40	128,90	24,60	153,50	84%
4	14	24	14,80	4,80	3,50	142,50	38,60	181,10	79%
5	14	28	15,70	4,70	3,40	134,60	26,38	160,98	84%
6	15	26	16,50	4,60	3,40	165,40	35,60	201,00	82%
7	14	24	14,50	4,70	3,50	129,94	24,47	154,41	84%
8	15	28	17,10	5,10	3,60	175,60	42,80	218,40	80%
9	14	24	15,60	4,80	3,40	130,80	26,80	157,60	83%
10	14	23	16,70	5,00	3,50	174,80	41,50	216,30	81%
Promedio	14,3	27,8	16,21	4,75	3,52	161,48	34,49	195,97	82%
Rango	14-15	23-44	14,5 18,5	4,6 - 5,1	3,4 - 3,8	128,9 - 235,80	24,5 - 42,80	153,5 - 278,4	79 % - 85 %
D.E	0,48	6,44	1,27	0,18	0,14	35,31	7,99	42,09	2%

**Cuadro 7 A Datos de las variables de rendimiento en el maíz amarillo duro en las variedades evaluadas. Pichari - Cusco 480 msnm**

Bloque	Variedad	Altura	Altura a la	Longitud	Diámetro	Número	Número	Rdto de grano
		planta	Ins. mazor	Mazorca	Mazorca	hiler/mazor.	granos/hilera	14 % de H
I	INIA611-NUT	2,26	1,28	18,25	5,06	16	32	8750
I	Marginal-28	2,56	1,41	17,89	4,98	15	30	7444
I	Pinte	2,42	1,25	17,24	4,89	16	28	6019
I	INIA-602	2,22	1,22	16,05	5,10	14	27	5778
I	Cargill	2,26	1,32	16,10	4,58	14	27	7130
I	TESTIGO	2,10	1,14	16,08	4,45	14	26	5972
II	INIA611-NUT	2,35	1,43	17,85	5,00	15	29	8843
II	Marginal-28	2,67	1,46	17,25	4,88	15	28	7667
II	Pinte	2,30	1,20	16,45	4,52	15	27	6250
II	INIA-602	2,28	1,18	15,15	4,78	13	25	6250
II	Cargill	2,38	1,34	14,24	4,65	13	25	8287
II	TESTIGO	2,15	1,18	14,56	4,45	13	24	6278
III	INIA611-NUT	2,38	1,33	16,56	4,90	14	25	8833
III	Marginal-28	2,65	1,44	16,23	4,75	15	24	7722
III	Pinte	2,43	1,28	16,75	4,63	15	24	5741
III	INIA-602	2,18	1,17	15,62	4,56	12	24	6056
III	Cargill	2,36	1,41	14,56	4,75	13	24	7167
III	TESTIGO	2,21	1,08	14,25	4,56	13	25	5389
IV	INIA611-NUT	2,34	1,30	16,23	4,85	14	25	8861
IV	Marginal-28	2,69	1,41	16,42	4,78	15	24	6778
IV	Pinte	2,50	1,31	16,23	4,48	15	24	6778
IV	INIA-602	2,24	1,46	14,65	4,50	13	24	6611
IV	Cargill	2,49	1,40	14,23	4,52	14	24	7361
IV	TESTIGO	2,29	1,17	14,33	4,48	12	24	5185

**Cuadro 8 A Costo de producción de la instalación de una hectárea de maíz amarillo duro**

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
<b>1. Mano de obra</b>					<b>950</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>375</b>	
Limpieza del terreno	Jornal	10	25	250	
Surcado	Jornal	5	25	125	
<b>b. Siembra</b>				<b>100</b>	
Siembra	Jornal	4	25	100	
<b>c. Labores Culturales</b>				<b>325</b>	
Control de malezas (2 )	Jornal	8	25	200	
Control fitosanitario	Jornal	2	25	50	
Raleo	Jornal	3	25	75	
<b>d. Cosecha</b>				<b>150</b>	
Cosecha	Jornal	6	25	150	
<b>2. Maquinaria</b>				-	<b>150</b>
<b>a. Maquina manual</b>				<b>150</b>	
Desgranadora manual	hora	5	30	150	
<b>3. Insumos</b>				-	<b>1,395.00</b>
<b>a. Semilla</b>				<b>300</b>	
Maíz amarillo duro	Kg.	30	10	300	
<b>b. Fertilizantes</b>				<b>1,095.00</b>	
Urea	Sacos	5	75	375	
Fosfato di amónico	Sacos	3	90	270	
Cloruro de Potasio	Sacos	5	90	450	
<b>c. Pesticidas</b>				130	
Cipermetrina	Lt.	2	65	130	
<b>4. Transporte</b>				<b>225</b>	<b>225</b>
Insumos	kg.	500	0.2	100	
Habilitar producto	Jornal	5	25	125	
<b>5. Gastos varios</b>				<b>400</b>	<b>400</b>
Costales	Unidad	100	2	200	
Alquiler de terreno	Ha	1	200	200	
<b>Total de Costos Directos</b>					<b>3,120.00</b>
1. Gastos Admini. (5%)				156	
2. Gastos Gener (5%)				156	
<b>Toral de Costos Indirectos</b>					<b>312</b>
<b>Total costo de Producción</b>					<b>3,432.00</b>



Foto 01 Diámetro de la mazorca de la variedad INIA-611



Foto 02 Diámetro de la mazorca de la variedad Cargill



Foto 03 Campo experimental con maíz en pleno desarrollo vegetativo



Foto 04 Evaluación de plagas en el maíz local



Foto 05 Campo de maíz en plena madurez fisiológica



Foto 06 Inspección del desarrollo del cultivo en plena madurez fisiológica



Foto 07 Mediciones de altura a la inserción de la mazorca



Foto 08 Campos de maíz híbridos en pleno desarrollo reproductivo



Foto 09 Plantas con dos mazorcas en la variedad INIA 611



Foto 10 Raíces adventicia que nos indica el anclaje de la planta de maíz.

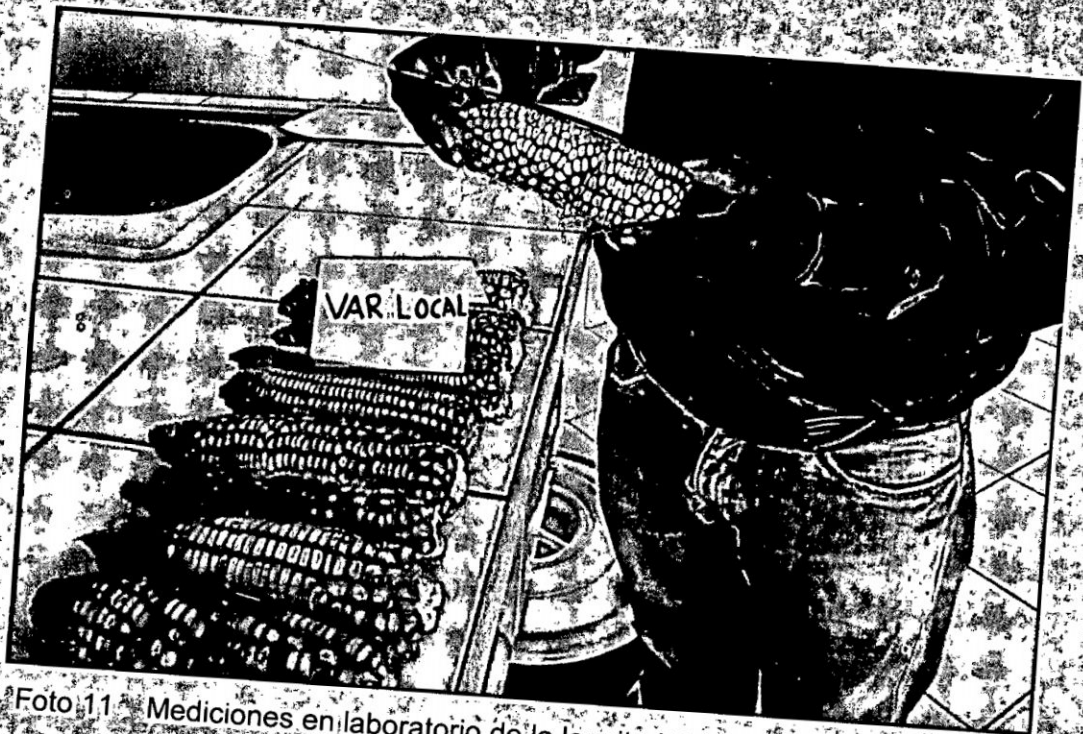


Foto 11 Mediciones en laboratorio de la longitud de mazorca en la variedad local



Foto 12 Análisis de materia seca en grano entero molido. Laboratorio PICAL



Foto 13 Muestras de mazorcas de las variedades de maíz amarillo duro

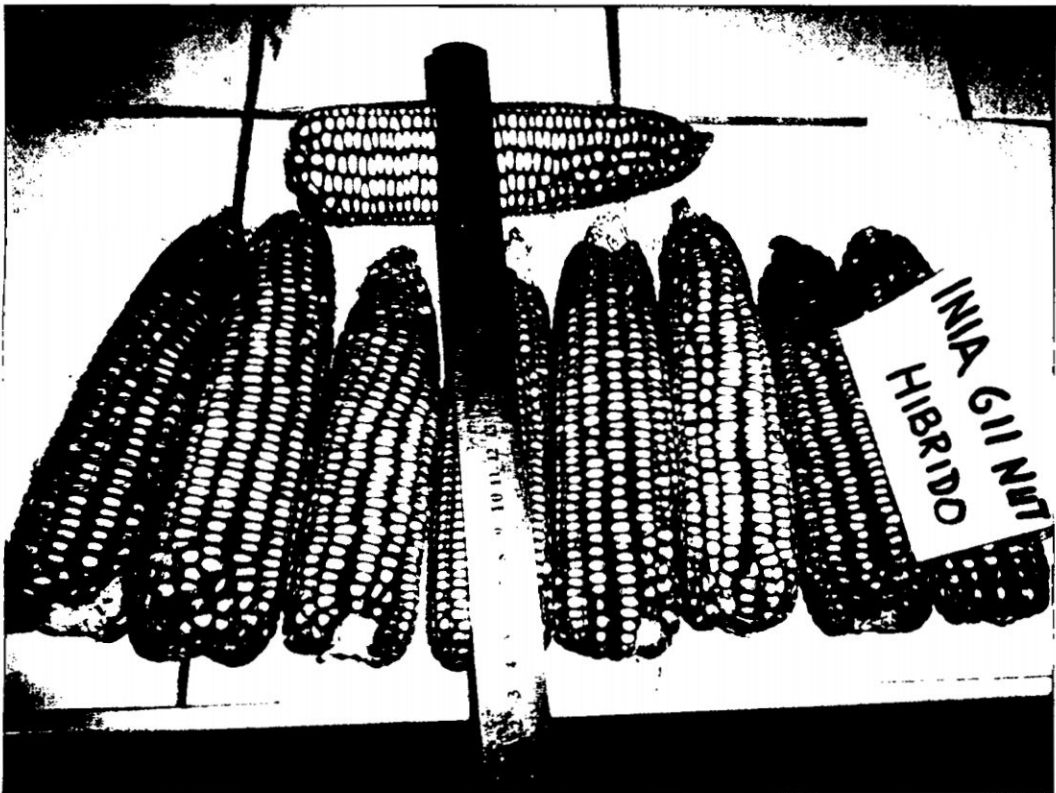


Foto 14 variedad INIA 611 con hileras uniforme que mostro mayor rendimiento