

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“MEJORAMIENTO POBLACIONAL DE UN COMPUESTO DE  
MAIZ MORADO (*Zea mays* L.) CANAAN A 2735 m.s.n.m. -  
AYACUCHO”**

**Tesis para obtener el título profesional de:  
INGENIERO AGRONOMO**

**Presentado por:  
RICHARD RAYMIR SALINAS TUPIA**

**AYACUCHO - PERÚ  
2015**

Tesis  
Ag 11/11  
Sal  
Ej. 1

**"MEJORAMIENTO POBLACIONAL DE UN COMPUESTO DE MAIZ  
MORADO (Zea mays L.) CANAAN A 2,735 msnm - AYACUCHO"**

**Recomendado : 05 de diciembre del 2014**

**Aprobado : 30 de abril del 2015**



---

**M. Sc. JOSE ANTONIO QUISPE TENORIO**  
**Presidente del Jurado**



---

**Ing. EDGAR TENORIO MANCILLA**  
**Miembro del Jurado**



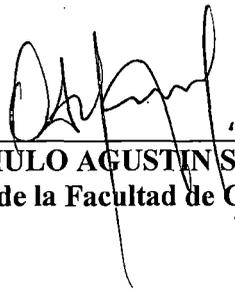
---

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



---

**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
**Miembro del Jurado**



---

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

## **DEDICATORIA**

Con todo cariño y amor para las personas que hicieron todo en la vida para que pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes papá, mamá, mi esposa e hijas, por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de investigación es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Primeramente agradezco a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hizo realidad este sueño anhelado.

A mis asesores de tesis José A, Quispe Tenorio y Edgar, Tenorio Mancilla, por acompañarme y brindarme la dirección en la realización de esta tesis. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como profesional. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis.

A mi padre, madre y esposa e hijas, que me acompañaron en esta etapa que significó los estudios superiores y que, de forma incondicional, entendieron mi ausencia y mis malos momentos.

## INDICE

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
<b>CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>04</b>
1.1. Origen y distribución	04
1.2. Taxonomía	07
1.3. Características morfológicas	08
1.4. Valor nutritivo	12
1.5. Clasificación del maíz	13
1.6. Requerimientos agroecológicos	15
1.7. Rendimiento del maíz morado	15
1.8. Mejoramiento por selección	17
1.9. Estimados de los componentes genéticos del maíz	22
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>25</b>
2.1. Ubicación del experimento	25
2.2. Condiciones ecológicas	26
2.3. Características del suelo	26
2.4. Características climáticas	28

2.5. Material Genético empleado	30
2.6. Factores en estudio	32
2.7. Descripción del campo experimental	33
2.8. Diseño experimental	34
2.9. Tamaño de muestra	35
2.10. Análisis Genético	36
2.11. Instalación y conducción del experimento	38
2.12. Parámetros de evaluación	41
2.13. Análisis Estadístico	42
<b>CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>44</b>
3.1. Característica de Productividad	44
3.1.1. Altura de Planta	46
3.1.2. Altura de mazorca	47
3.1.3. Longitud de tusa	48
3.1.4. Diámetro de tusa	49
3.1.5. Peso de mazorca	49
3.1.6. Peso de grano por mazorca	50
3.1.7. Peso de tusa	50
3.2. Selección y Respuesta a la Selección	51
3.2.1. Selección por caracteres	51
3.2.2. Respuesta a la Selección	54

<b>CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>58</b>
4.1. Conclusiones	58
4.2. Recomendaciones	60
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO</b>	<b>66</b>
1. Pruebas de Tuckey para los parámetros de maíz morado	67
2. Razas de maíz en el Perú	69
3. Álbum fotográfico	76

## RESUMEN

El presente trabajo titulado "Mejoramiento poblacional de un compuesto de maíz morado (*Zea mays L*) Canaán a 2735 m.s.n.m. - Ayacucho" tiene el objetivo de seleccionar genotipos superiores en tres poblaciones de maíz morado, mediante la evaluación de caracteres cuantitativos, con fines de mejoramiento de la productividad. Para ello se realizó el análisis estadístico de las variables de productividad con el Diseño Experimental Completamente Randomizado (DCR) con 3 variedades de maíz morado, la prueba de contraste de Tukey; la selección y respuesta a la selección se analizaron mediante la regresión simple y análisis de variancia en el DCR para el cálculo de los parámetros genéticos (componentes de variancia y heredabilidad), los resultados alcanzados en el análisis de variancia de características de productividad de las variedades PMV 581, INIA 615 Negro Canaán y Arequipeño, existe significación estadística sólo para longitud de tuza más no así para altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tuza, peso de mazorca, peso de grano de mazorca y peso de tuza. La selección de variables por el método Stepwise muestra la existencia de la relación funcional del peso de la tuza en función del diámetro y la longitud de la tuza. Los coeficientes de regresión alcanzados significan que por cada centímetro de diámetro de tuza se obtiene 10.088 gramos de tuza, del mismo modo, por cada centímetro de longitud, se alcanza 0.692 gramos de tuza, por lo tanto, el diámetro es de mayor importancia que la longitud de tuza en la estimación del peso de tuza. La tendencia de la regresión múltiple del peso de tuza (g) sobre el diámetro de tuza (cm) y longitud de tuza (cm) en maíz morado (*Zea*

mays L.) presenta una tendencia lineal donde el mayor peso de tuza obtenida en el presente experimento es de 30 g que corresponde a un diámetro de 2.9 cm y a una longitud de tuza de 21.2 cm. constituyéndose un factor de gran importancia para seleccionar mazorcas para la próxima generación.

En cuanto a la respuesta a la selección existe significación estadística entre los genotipos evaluados se ha determinado para la longitud de tuza, la variancia ambiental  $\sigma_E^2 = 0.08$ , la variancia genética  $\sigma_g^2 = 0.22$  y la heredabilidad ( $h^2 = 0.73$ ).

Por efecto de la alta heredabilidad de la variable existe un porcentaje de mejora de 8 % a 7 % en las tres variedades

La ganancia por selección en cada variedad de maíz, en promedio se alcanza un valor de 1.0 cm para la longitud de tuza, es decir, para la variedad PMV 581 es de 1.06 cm, para la variedad Arequipeño corresponde a 0.88 cm y para la variedad INIA 615 Negro Canaán es de 1.1. cm. Estos resultados corresponden a la próxima generación de siembra.

Palabras clave: mejoramiento poblacional, maíz morado, ganancia por selección.

## INTRODUCCIÓN

El Maíz morado (*Zea mays L. amiláceo*) es una variedad única del género *Zea* y se cultiva en el Perú, su nombre deriva del pericarpio, las glumas y la tusa que presenta color morado oscuro casi negro por la acumulación de pigmentos antociánicos, esta coloración es el resultado de la acción compleja de muchos genes localizados en distintos cromosomas los cuales en combinación producen el color morado (cianidina-3- b-glucosa), un colorante natural altamente valorado en el campo de la medicina y en la industria de alimentos. Quispe (2007)

Las diversas variedades de maíz morado proviene de la raza ancestral "kullli" o "Kulli" (en quechua significa negro), único de los valles de los andes peruanos que normalmente se cultiva hasta 3,000 m.s.n.m.

En los últimos años la exportación de maíz morado se ha incrementado por la demanda de exportadores que destinan el producto a la agroindustria por su contenido del pigmento antocianina (cianidina-3-b-glucosa), importante

antioxidante que se encuentra en mayor cantidad en la coronta o tusa. Siendo Estados Unidos y Japón los principales compradores.

A nivel nacional, reporta una producción anual de 14,000 TM de maíz morado, esta producción ha tenido mayor crecimiento entre el año de 2003 y 2010, siendo Lima el ofertante que representa 30% de la producción nacional. Actualmente el precio en el mercado posee una tendencia creciente.

En la región Ayacucho se incrementó las áreas cultivadas de maíz morado, en el año 2002 se tenía 90 Has con una producción de 266 Ton, mientras el 2012 tenemos 574 Has con una producción de 1,820 Ton, los principales productoras son las provincias de Huanta, Lucanas, La mar, Huamanga y Parinacochas, cuya producción tiene como destino el mercado mayorista de Lima entre los meses de diciembre a marzo.

El maíz morado representa una alternativa más de generación de ingresos y rotación de cultivos para los productores de los valles de la Región Ayacucho, debido a que este cultivo es de fácil manejo, de periodo vegetativo corto (3-5 meses) y se adaptable muy bien al clima de la Región.

Uno de los métodos de mejoramiento de las variedades es mediante la selección, usando variedades de buena calidad y no tengan problemas de pureza y rendimiento.

El productor necesita semillas que garantice la productividad del maíz morado, por lo que la necesidad de realizar el mejoramiento a través de la selección de genotipos superiores de los cultivares de INIA 615, PMV 581 y

Arequipeño, mediante la polinización cruzada. Por lo tanto el presente trabajo se realizó con los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

Seleccionar genotipos superiores en tres poblaciones de maíz morado, mediante la evaluación de caracteres cuantitativos, con fines de mejoramiento de la productividad.

**Objetivos específicos:**

1. Evaluar caracteres cuantitativos de rendimiento en tres poblaciones de maíz morado, con fines de mejoramiento de la productividad.
2. Seleccionar genotipos superiores en tres poblaciones de maíz morado, mediante estimadores de las componentes de variancia y heredabilidad con fines de mejoramiento de la productividad.

# CAPITULO I

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Maíz, palabra de origen indio caribeño, significa literalmente «*lo que sustenta la vida*». El cultivo del maíz tuvo su origen con toda probabilidad en América Central, especialmente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta el Canadá y hacia el sur hasta la Argentina. La evidencia más antigua de la existencia del maíz es de unos 7 000 años de antigüedad, ha sido encontrada por los arqueólogos en el valle de Tehuacán (México), pero es posible que hubiese otros centros secundarios de origen en América. Este cereal era un artículo esencial en las civilizaciones Maya y Azteca, tuvo un importante papel en sus creencias religiosas, festividades y nutrición; ambos pueblos incluso afirmaban que la carne y la sangre estaban formadas por maíz. (FAO, 1993.) Véles (2004).

Paucarima (2007), menciona que López (1991), dice el origen y domesticación del maíz actual constituye hoy día una cuestión científica controvertida al existir diferentes teorías sobre ellos.

Una de las teorías sostiene que el maíz procede de una planta silvestre llamada teosintle (*Zea mexicana*) que crece de forma espontánea en México, Guatemala y Honduras, en el siglo XVIII y XIX.

En la actualidad todas las evidencias parecen confirmar que es la especie silvestre Teosintle es el progenitor del maíz moderno.

Se cree que existieron varios centros de origen del maíz, dada la diversidad de sus características morfológicas, citológicas y fisiológicas; y su temprana y amplia distribución. Según todas las evidencias parece que hubo dos domesticaciones a partir de México.

Llanos (1984), afirma que entre las numerosas hipótesis defendido por muchos grupos de investigadores se destaca los tres más probables.

El tripsacum, el teosintle, y el maíz son los descendientes de una especie actualmente extinguido. El maíz descendiente del teosintle, bien por selección del hombre por cruzamiento con otras especies actualmente extintas o mediante una mutación previa. 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*.

Paucarima (2007) menciona lo dicho por Fopex (1985), en el que reporta que hay diversas variedades de maíz morado, todos ellos provienen de una raza ancestral denominada "KCULLI" (negro), que todavía se cultiva en el Perú, los arqueológicos han encontrado en Ica, Paracas, Nazca y otros lugares de la costa central, cuya antigüedad se estima 2500 años A.C.

Paucarima (2007) menciona lo dicho por Llanos (1984), indica tres teorías sobre el centro de expansión natural del maíz una primera teoría:

Habla del origen asiático del maíz, la gran variedad de formas nativas de maíz encontrado en el Perú, Ecuador y Bolivia, la hipótesis histórica de que algunas poblaciones de esta área geográfica llegarían a América a través del océano pacífico, son fundamentos de tal teoría.

Basado en haberse encontrado polen fósil de maíz en el valle de México, establecieron la posibilidad de que esta planta fuera originaria de América central, pero también podría encontrarse el origen en Sudamérica. Por los siguientes hechos:

1. Por la existencia de una gran diversidad de maíces del altiplano peruano.
2. Toda la gama de colores del pericarpio del maíz que se conocen en todo el mundo, pueden hallarse en el departamento de Ancash.

3. Presencia frecuente de formas de maíz tunicado en los valles orientales de los andes, así como de algunas otras razas primitivas de maíz. Tales hechos evidencian que el centro principal de dispersión del maíz radicaría en algún lugar del altiplano del Perú, Ecuador y Bolivia. Los hallazgos de polen, mazorca y granos de maíces de México, hace pensar que se originó en los valles centrales de México.

## 1.2. TAXONOMIA

Manrique (1997), afirma que el maíz (*Zea mays L.*), es una gramínea, siendo su taxonomía la siguiente:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Sub. División	: Angiospermas
Clase	: Monocotiledóneas
Orden	: Graminales
Familia	: Gramineae
Tribu	: Maydeas
Género	: <i>Zea</i>
Especie	: <u><i>Zea mays L.</i></u>
Nombre común	: Maíz
Nº de cromosomas	: $2n = 20$

### **1.3. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS**

Manrique (1997), menciona que la planta de maíz es una gramínea monoica anual tiene un periodo muy corto, tres a siete meses, puede transformar diferentes elementos en sustancias complejas de reserva como azúcar, almidón, proteína, aceite, vitaminas, etc. Localizados en el grano.

#### **1.3.1. 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 radícula res adventicios que formarán el sistema radicular fibroso definitivo.

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 comprenden 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.

### **1.3.2. Tallo**

Llanos (1984), menciona que, el tallo es nudoso y macizo, formado por entrenudos, separadas por nudos más o menos distintas. 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.

Lazo (1999), señala que el tallo es erecto, de longitud elevada puede alcanzar los cuatro metros de altura, robusto y sin ramificaciones.

### **1.3.3. Hojas**

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 la largo del tallo.

Puma (1998), 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.

Manrique (1997), afirma que los maíces de clima caliente las hojas son generalmente largas y angostas, envainadoras, formados por la vaina y el limbo, con nervaduras lineales y paralelas a la nervadura central.

#### **1.3.4. 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.

Lazo (1999), considera que, el maíz es de inflorescencia monoica, con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de gramos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen, en cambio la inflorescencia femenina marca un menor contenido en gramos de polen, alrededor de los

800 a 1000 gramos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se dispone de forma lateral.

Véles (2004), el maíz es una planta monóica, es decir, posee 2 tipos de inflorescencias. Las flores masculinas están agrupadas en una panícula terminal al extremo del tallo; las flores femeninas están reunidas en una o varias espigas, se desarrollan en la axila de las hojas del tercio medio de la planta (Fleury y *et al.*, 1979), cubiertas por varias cáscaras que en realidad son hojas modificadas (Sprague, 1968).

A pesar de que la planta puede auto fecundarse, la fecundación es alogámica; la proporción de fecundación cruzada o polinización cruzada es por lo menos del 95%, en parte debido a la separación de los sexos en el espacio (monoecia) y también por una madurez precoz de las flores masculinas (protandria) (Sprague, 1968; Fleury *et al.*, 1979).

La fecundación o polinización se presenta cuando es abundante y es disperso por el viento, algunos caen sobre los estigmas para iniciar la fecundación. Vientos secos durante la polinización dañan seriamente los granos de polen, estigmas y tubo polínico (Sprague, 1968).

### **1.3.5. Flores**

Manrique (1997), afirma que, el maíz presenta flores unisexuales en la misma planta (monoica), las masculinas o estaminadas agrupan en una

inflorescencia denominada panoja y las femeninas o pistiladas agrupadas en una espiga modificada llamada mazorca o espata. Las ramas primarias ubicadas en las panojas se asientan en las espiguillas formadas por pares de espiguillas que siguen un arreglo dístico o simple espiralado, y cada una de las espiguillas es biflora, es decir tiene flores masculinas y femeninas.

### **1.3.6. Fruto**

Llanos (1984), reportó que, el fruto (grano) es un cariósido 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 que dan agrupadas formando hileras alrededor de un eje grueso.

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.

## **1.4. VALOR NUTRITIVO**

Collazos (1962), mencionado por Araujo (1995) señala que la composición química del maíz morado es la siguiente:

**Cuadro N°1.1. Valor nutricional del maíz morado  
(Contenido en 100 gr. de la parte comestible)**

Calorías	357.00 gr.
Agua	11.40 gr.
Proteína	6.70 gr.
Carbohidratos	76.90 gr.
Fibra	1.80 gr.
Ceniza	1.70 gr.
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. CLASIFICACIÓN DE MAÍZ**

Enríquez y Vilcapoma (2012), menciona según el INIA (2009), la gran cantidad de tipos diferentes de maíz, se clasifican de acuerdo a la composición química del endospermo. Rimache (2008), indica que la primera clasificación fue propuesta por E. Lewis Sturtevant en 1894 y publicada en 1899, en una monografía titulada *Varieties of corn*.

La especie mays, fue dividida por Sturtevant en 1899 y Kuleschov en 1933, de acuerdo a la textura o estructura del endospermo del grano, en siete grupos. Considerando estas características en el Perú, podemos considerar un grupo más, el morocho. Se nombran a continuación los 8 grupos:

- Maíz tunicado: *Zea mays tunicada* (pod-corn).
- Maíz reventón: *Zea mays everta* (pop-corn).
- Maíz cristalino: *Zea mays indurata* (Flint-corn).
- Maíz dentado: *Zea mays indentata* (dent-corn).
- Maíz ceroso: *Zea mays ceratina* (waxy-corn).
- Maíz morocho: *Zea mays morocho amilácea-indurata*.

**Maíz amiláceo:** *Zea mays amilácea* (floury o softcorn). Caracterizado por presentar granos con endosperma blando suave amiláceo de color blanco, pericarpio de color blanco o coloreado. En el Perú este grupo constituye uno de los más antiguos maíces, se cultiva en zonas con climas templados de la sierra y en invierno en la costa. (Rimache, 2008).

**Maíz dulce:** *Zea mays saccharata* (sweet-corn). Los maíces de este grupo son dulces, y se caracterizan por presentar granos con endospermo duro, cristalino, translúcido y completamente arrugado cuando está maduro. A este grupo pertenecen los llamados **Chullpi** o maíces dulces; el grano seco es usado como tostado o cancha. (Rimache, 2008).

### **Razas de maíz del Perú**

Existen más de 50 “razas” de maíz en nuestro país. Para conocer los tipos y procedencia de cada uno de ellos, el ministerio del ambiente (MINAM) elaboró el Mapa de razas de maíz del Perú, que muestra la distribución y concentración de este producto a nivel nacional. (Ver anexo).

## **1.6. REQUERIMIENTO AGROECOLOGICOS**

### **1.6.1. Requerimiento de Clima**

Puma (1998), menciona que, el maíz morado responde mejor a estación larga y cálida adaptable a diversos climas de costa y sierra, según las distintas variedades. Se puede sembrar entre los 1 200 – 3 800 m.s.n.m.

### **1.6.2. Requerimiento de Suelo**

Lazo (1999), manifiesta que, el maíz morado prefiere suelos profundos de textura franca a franco-arcilloso, con buena capacidad para retener humedad, no deben presentar problemas de drenaje; excesos de humedad son adversos a la acumulación de pigmentos en la mazorca. PM: 5-8, Conductividad eléctrica entre: 1-4 ds/m.

## **1.7. RENDIMIENTOS EN EL MAÍZ MORADO**

MINCETUR (2006), mencionado por Solis (2011), sostiene que los rendimientos obtenidos para la variedad Morado Canteño alcanzan rendimientos de 7.0 – 3.0 t.ha<sup>-1</sup> dependiendo del nivel tecnológico. La nueva variedad de maíz morado INIA 615 Negro Canaán, se origina de la colección y selección de variedades locales a partir del año 1990 en las provincias de Huanta, Huamanga y San Miguel. El rendimiento promedio es de 10.0 t.ha<sup>-1</sup> se adapta entre los 2000 a 3000 msnm.

Mondalgo (2004), reporta un rendimiento total de mazorcas con 35% de humedad en Canaán para la variedad Negro Canaán INIA de 11.787 t.ha<sup>-1</sup> y 9.012 t.ha<sup>-1</sup>.

Paucarima (2007), reporta un rendimiento total de mazorcas con 30 % de humedad en Canaán para la variedad PMV – 581 de 12.39 t.ha<sup>-1</sup>.

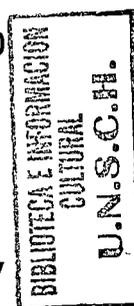
Solis (2011), reporta un rendimiento total de mazorcas con 14 a 16 % de humedad en Canaán para la variedad Negro Canaán INIA de 10.5 t.ha<sup>-1</sup>.

Huamán (2007), obtiene un rendimiento total de mazorca de 8.90 t.ha<sup>-1</sup> para la variedad Negro Canaán y 8.52 t.ha<sup>-1</sup> para la variedad PMV – 581 en Canaán.

Enciso (2005), al sembrar el maíz morado en forma asociada con frijol reventón presenta un rendimiento de 5647.4 kg.ha<sup>-1</sup> en comparación al monocultivo que presenta un rendimiento de 7565.79 kg.ha<sup>-1</sup>.

Quispe (2007), obtiene un rendimiento de 9158.44 kg.ha<sup>-1</sup> con una fertilización de 240 -120 -200 de NPK con una densidad de 93750 plantas.ha<sup>-1</sup> siendo la variedad de maíz morado la PMV – 581.

Caballero (2013) en su trabajo de Niveles de Guano de Isla y densidad de plantas en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) Chihua a 2360 msnm Huanta, Ayacucho, reporta que la variedad de maíz INIA 615 negro Canaán presentó una emergencia entre los 6 y 9 días, la floración masculina entre los 65 y 68 días, la floración femenina entre los 71



y 73 días, la madurez fisiológica entre los 125 y 130 días y la cosecha a los 146 días después de la siembra.

### **1.8. MEJORAMIENTO POR SELECCION**

Este tipo de mejoramiento se debe a una continuidad de selección por varias generaciones, hasta agotar el diferencial de selección y partiendo siempre de la mezcla balanceada del ciclo anterior. Se evalúan los ciclos en ensayos de rendimiento y las mezclas balanceadas de cada ciclo, incluyendo la variedad original y algunos híbridos como testigo, con el fin de determinar la ganancia debido a la selección.

Poelhman (1981), afirma que, en las especies de polinización cruzada, que son sumamente heterocigóticas, rara vez se utilizan plantas individuales para constituir una variedad por lo simple de que la segregación y la polinización cruzada dificultan la conservación del tipo del progenitor dentro de las progenies, necesitándose una mayor amplitud de diversidad genética, para mantener una población vigorosa.

Brauer (1973), menciona que en variedades de polinización libre de plantas alógamas se encuentra en general una gran variación que hace de cada planta prácticamente un híbrido diferente de cualquier otro. Así cuando se selecciona la semilla de un individuo, el único progenitor que se conoce es el femenino. En el momento en que se toma la semilla de esa planta para reproducirla, no se sabe de dónde vinieron los granos de polen que la

produjeron y debe tomarse en cuenta que muchos de ellos pudieron haber traído germoplasmas indeseables. Al llevar a cabo esta selección repetida es necesario cultivar poblaciones suficientemente grandes para que el efecto de endogamia no se manifieste.

Allard (1980), manifiesta que el fin de la selección masal es el aumento de la proporción de genotipos superiores en la población. La eficacia de ésta, se lleva a cabo en un sistema de apareamiento al azar con selección; y depende principalmente del número de genes y de la heredabilidad. La selección masal ha sido efectiva para aumentar las frecuencias génicas en caracteres que se pueden ver o medir fácilmente. La selección masal ha sido útil para la obtención de variedades para fines especiales y para cambiar la adaptación de variedades mejoradas en nuevas zonas de producción.

Asimismo, manifiesta que, los cambios ocurridos en el maíz, sirven para ilustrar un gran número de efectos de la selección masal sobre las poblaciones, incluyendo el efecto de la selección en el aspecto morfológico, en la adaptación y en el rendimiento, así como la influencia de la hibridación intervarietal y de la reducción en el tamaño de las poblaciones. La selección masal puede en realidad modificar el tipo de planta, maduración, características del grano y otros caracteres que se pueden reconocer fácilmente. Además se sabe que la hibridación entre variedades tuvo su

importancia para conseguir la variabilidad a partir del cual se seleccionaron nuevas variedades.

Poelhman (1981), sostiene que, la selección masal es un procedimiento de selección en el que se seleccionan plantas individuales con características favorables y se mezcla su semilla para producir la siguiente generación. Se basa en la selección fenotípica, o sea, en la apariencia de la planta y en los caracteres particulares que puedan identificarse. Las plantas seleccionadas se cosechan generalmente sin controlar su polinización y se mezclan sin aprovechar el beneficio de la prueba de las progenies.

Este método es uno de los más antiguos utilizado para el mejoramiento de las especies con polinización cruzada. Ha sido el procedimiento principal que se ha utilizado para el mejoramiento del maíz, y fue puesto en práctica por el propio agricultor al seleccionar mazorcas para la siembra de la siguiente campaña. Aun cuando la selección se basa en el fenotipo, su objetivo es obtener una mayor frecuencia de genotipos sobresalientes dentro de la población. La eficiencia de la selección masal depende de la precisión con que el fenotipo refleja al genotipo. Esta selección ha sido eficaz a través de la separación y acumulación de genes para caracteres cuantitativos que podrían apreciarse a simple vista, o medirse con facilidad, por lo tanto, podrían utilizarse como base de selección.

En el maíz, de polinización libre, fue posible obtener variedades con diferente precocidad, altura de planta, tamaño de la mazorca, tipo de los granos, porcentaje de aceite y características similares por medio de una continuada selección masal. Es desde luego necesario que, para que la selección masal sea eficaz, los genes para esas diferencias existan en la población mezclada. Dando por hecho que estén presentes las variaciones hereditarias necesarias, el grado de progreso dependerá en mayor o menor grado de la habilidad del fitogenetista para escoger plantas diferentes, tanto genotípicamente como fenotípicamente.

La selección masal no ha sido especialmente eficaz para mejorar caracteres como el rendimiento que fluctúa ampliamente con las condiciones ambientales, y por lo tanto no pueden ser identificados con precisión, por la simple observación del fenotipo. La ventaja principal del método de selección masal es su simplicidad y la facilidad con que se puede llevar a cabo. Además de usarse para la formación de nuevas variedades, la selección masal se puede usar para mantener la pureza de las variedades de las especies de polinización cruzada. La selección masal ha sido un método común para mantener fuentes de semilla de variedades de maíz con polinización abierta.

Brauer (1973), reporta que, la selección masal es probablemente el sistema de selección más antigua que se conoce, pues consiste en tomar la semilla de los individuos seleccionados, mezclarla y sembrarla toda junta

para formar con ella una nueva población, en la cual se vuelve a repetir el proceso. El efecto de la selección repetida sobre una población alógama es el de desviar la composición genética de la población y, consecuentemente, el resultado de la selección masal depende de lo eficiente que sea el sistema de selección para lograr desviar esta composición genética en el sentido deseado. Cuando la selección se lleva a cabo mediante la observación de caracteres que son poco afectados por el medio ecológico y fácilmente visible, la selección masal puede ser sumamente eficaz, aunque definitivamente será más o menos tardado, según que el carácter esté determinado por varios factores tenga una tendencia a dominancia o recesividad.

Cerrate (1999), al evaluar una variedad choclera de la sierra alta del Perú (PCM - 584) encontró un diferencial de selección de 1.41 tn/ha de grano y una ganancia de selección esperada de 0.22 tn/ha.

Arboleda (1973), usando selección masal, reportó una ganancia de 10.52 % por ciclo en rendimiento de una población seleccionada y probada en buenos ambientes y de 5.34 %, cuando seleccionó en ambientes buenos y malos.

Nevado & Sevilla (1976), afirman que las zonas con características climáticas uniformes permiten aplicar tecnología y seleccionar variedades con rendimientos elevados y con respuestas favorables a los cambios

ambientales; pero en las zonas de mayor riesgo agrícola, el criterio debe ser el de seleccionar variedades con rendimientos relativamente uniformes en las diferentes condiciones ambientales, como los que caracterizan a las condiciones de la sierra peruana.

### **1.9. ESTIMADO DE LOS COMPONENTES GENETICOS DEL MAIZ**

Sprague (1966), mencionado por Lankey & Edwards (1997), señala que el estudio de la acción genética ha sido aprovechada para estudiar los varios tipos de variancia genética en poblaciones mediante análisis de progenies.

Dudley & Moll (1969), indican que, la variancia fenotípica es la variancia total entre los fenotipos que se desarrollan sobre el rango de medioambientes de mayor interés. La variancia genética total es la parte de la variancia fenotípica que puede ser atribuida a las diferencias genotípicas entre los fenotipos. La variancia de la interacción genotipo-medioambiente es aquella parte de la variancia fenotípica, atribuible a la falta de diferencias entre genotipos similares en diferentes medioambientes. La variancia genética total puede ser subdividida en variancia genética aditiva, variancia genética de dominancia y variancia genética epistática.

Expresan, que la variancia genética total aditiva en una población es la suma de la variancia genética aditiva atribuida por loci individuales. La variancia genética aditiva para un simple locus está determinada por la

frecuencia génica y por el efecto medio de sustitución de un alelo por otro (efecto aditivo). El concepto de variancia genética aditiva no implica necesariamente acción genética aditiva. La variancia genética aditiva puede deducirse de genes de algún grado de dominancia o epístasis.

Definen, a la variancia de la dominancia como la variancia intralocus que permanece después de la sustracción de la variancia aditiva del total de variancia intralocus.

También definen, a la variancia genética epistática, como aquella porción de la variancia genética total que permanece después de la sustracción de la variancia total intralocus y representa la falta de aditividad de la variancia genética intralocus que está explicada por la variación total entre genotipos.

Refieren que Cockerham (1954) y Kempthorne (1955) han subdividido la variancia epistática en los tipos representativos de variación posibles, interacción entre efectos aditivos y dominantes.

Finalmente, señalan que la heredabilidad en el sentido amplio es la relación de la variancia genética total sobre la variancia fenotípica; y la heredabilidad en el sentido restringido es la relación de la variancia genética aditiva sobre la variancia fenotípica.

Hallauer & Miranda (1981), resumen los estimados de variancia genética y heredabilidad para diferentes caracteres; para el rendimiento (g) estos estimados son, 755.9 y 18.7; para altura de planta (m), 0.025 y 56.9; para altura de mazorca (m), 0.026 y 66.2, para longitud de mazorca (cm), 2.028 y 38.1; para ancho de mazorca (cm), 0.055 y 36.1; y para número de granos por hilera 20.35, y 57.0.

Quispe (1999), encontró valores de heredabilidad para rendimiento 0.91, altura de planta 0.79, altura de mazorca 0.80, longitud de mazorca 0.85 y número de granos por hilera 0.83, en la evaluación de la heterosis de 37 genotipos de maíz blanco amiláceo, que representan las variancias genéticas siguientes: Altura de planta  $0.046 \text{ m}^2$ , altura de mazorca  $0.038 \text{ m}^2$ , longitud de mazorca  $5.61 \text{ cm}^2$ , diámetro de mazorca  $0.068 \text{ cm}^2$ , número de hileras por mazorca  $0.635 \text{ u}^2$ , número de granos por hilera  $15.84 \text{ u}^2$ .

Cerrate (1999), al evaluar una variedad choclera de la sierra alta del Perú (PCM – 584) encontró una variancia genética para el rendimiento de 0.2978, variancia fenotípica de 0.9623, siendo la heredabilidad de 30.94 %.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el centro experimental Canaán, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en la jurisdicción del Distrito Andrés Avelino Cáceres, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho a 2 km al este de la ciudad de Ayacucho.

Latitud	: 13°10'8.72" S
Longitud	: 74° 12' 12.85" O
Altitud	: 2735 m.s.n.m.
Pendiente	: 1 a 1.5%

## **2.2. CONDICIONES ECOLÓGICAS**

Paucarima (2007), en su tesis menciona a ONERN(1984) en la que señala que el clima de la Provincia de Huamanga, tiene una característica de estepa espinoso-montano bajo sub tropical (ee -MBS), ecosistema del clima seco y templado frío, 250mm a 500mm de precipitación pluvial promedio anual y 12°C a 15°C de biotemperatura media anual y encontrándose en un piso ecológico 2200 a 3200m.s.n.m. generalmente la atmósfera es seca, produciéndose un calentamiento del suelo y del aire, que a su vez produce baja presión y ascensión de una corriente conectiva de aire que eleva las gotas de agua y los solidifica, produciendo ocasionales granizadas que afectan los cultivos y heladas que queman las sementeras.

## **2.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO**

Se tomó las muestras del suelo de Canaán al azar a una profundidad de 0.25m con ayuda de una pala recta, tratando de cubrir toda el área delimitada.

Luego todas las muestras extraídas fueron mezcladas y cuarteadas para formar una muestra compuesta de 1 kg el cual fue analizado en el laboratorio de análisis de suelo, plantas y aguas "Nicolás Roulet" de Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga cuyos resultados se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2.1: Análisis físico químico del suelo del Centro Experimental Canaán-UNSCH, 2735 m.s.n.m. - Ayacucho, 2013**

COMPONENTES	VALORES	MÉTODO	INTERPRETACIÓN
pH	7.48	Potenciómetro	ligeramente alcalino
Materia Orgánica (%)	2.03	Walkley y Black	Pobre
Nitrógeno total (%)	0.10	Kjeldahl	Pobre
Fósforo disponible (ppm)	14.3	BrayKurtz I	Medio
Potasio disponible (ppm)	46.3	Turbidimetría	Bajo
Clase textural	-----	Hidrómetro	Arcilloso

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de la UNSCH.

Interpretando los resultados de acuerdo a lo propuesto por Ibáñez y Aguirre (1983), podemos decir que el contenido de materia orgánica (2.03%) y la de nitrógeno (0.10%) es un nivel pobre, mientras que el fosforo disponible (14.3 ppm.) es medio y el potasio disponible (46.3ppm.) se ubica en un nivel bajo. La textura del suelo es arcillosa.

De los resultados se concluye que el pH es ligeramente alcalino, para el maíz está determinado un pH 6-7 donde hay una reacción óptima. Dentro del rango óptimo tiene una tolerancia de pH 5-8. (Tineo-2009)

Sobre la base de los resultados obtenidos para una extracción de nutrientes de 128, 48 y 140 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK para un rendimiento de 4400Kg. de grano, se calculó la fórmula de abonamiento; con la metodología propuesta por

(Ibáñez y Aguirre, 1982) obteniéndose una fórmula recomendada de 150 – 140 - 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – K<sub>2</sub>O.

## 2.4. CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Cuadro N° 2.2. Datos de Precipitación y Temperatura de la Estación Meteorológica de INIA-Ayacucho, Canaán a 2735 msnm.

AÑO	2012-2013								
MESES	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Total
T° Máxima (°C)	26.6	27.6	28.8	29.0	25.2	25.8	25.4	26.6	
T° Mínima (°C)	3.6	5.4	5.8	8.6	8.0	6.6	10.0	7.2	
T° Media (°C)	15.1	16.5	17.3	18.8	16.6	16.2	17.7	16.9	
PP (mm)	2.1	28.7	27.2	54.7	152.7	99.4	108.8	70.6	544.2
Factor	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48	4.96	
PP (mm)	2.1	28.7	27.2	54.7	152.7	99.4	108.8	70.6	544.2
T° Máxima (°C)	26.6	27.6	28.8	29.0	25.2	25.8	25.4	26.6	
T° Mínima (°C)	3.6	5.4	5.8	8.6	8.0	6.6	10.0	7.2	
T° Media (°C)	15.1	16.5	17.3	18.8	16.6	16.2	17.7	16.9	
E.T.P (mm)	131.9	132.5	142.8	139.2	125.0	128.0	113.8	131.9	1045.2
E.T.P ajustado	57.3	57.5	62.0	60.4	54.2	55.5	49.4	57.3	
Exceso (mm)					98.5	43.9	59.4	13.3	
Déficit (mm)	55.2	28.8	34.8	5.7					

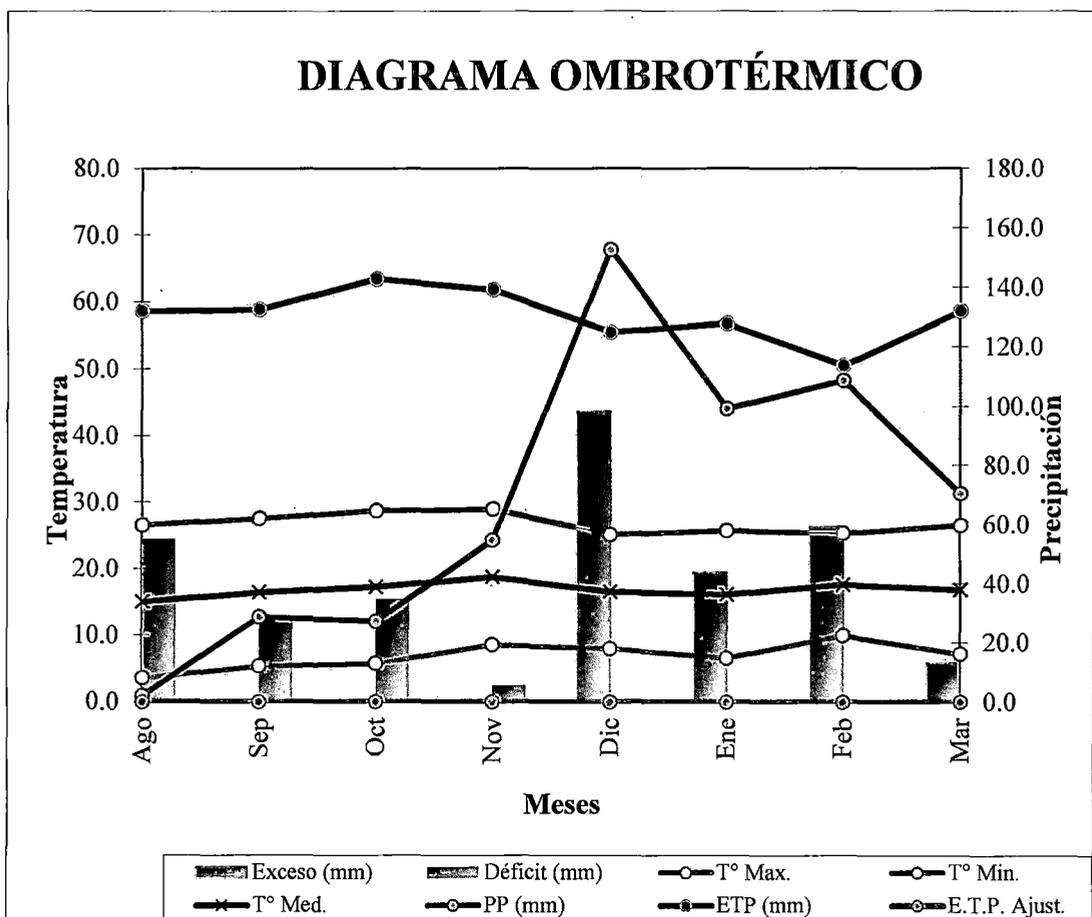
Fuente: OPEMAN

Los registros de las características climatológicas, para el presente trabajo de investigación se obtuvieron de la estación meteorológica de INIA situado a una altitud de 2735 msnm. y en las coordenadas 13°10' 8.72" Latitud Sur y 74° 12' 12.85" Longitud Oeste; datos que sirvieron para elaborar el diagrama ombrotérmico, se muestra una temperatura máxima

promedio mensual de 24.85°C y la media mensual 16.87°C siendo los meses cálidos enero, febrero y marzo del 2013. La precipitación total fue de 632.7mm presentándose mayores precipitaciones los meses de diciembre 2012; enero, febrero y marzo 2013.

El 18 de noviembre se presentó una granizada que trajo como consecuencia una baja en la producción.

Gráfico N° 2.1. Diagrama Ombrotérmico de la T° y precipitación para Canaán



## 2.5. MATERIAL GENETICO EMPLEADO

**A. NEGRO CANAÁN MAÍZ INIA 615:** El Programa Nacional de investigación de Maíz (PNIM) del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), en la Estación Experimental Agraria Canaán-Ayacucho realizo mejoramiento del maíz morado a partir del germoplasma regional de la raza kully, poniendo a disposición de los productores el nuevo cultivar de libre polinización INIA 615-Negro Canaán, que se caracteriza por su mayor productividad, mejor calidad de mazorcas, mayor contenido de antocianina en la tusa y amplia adaptación en los valles interandinos de la sierra.

**Cuadro 2.3. Características Morfológicas**

Altura de la planta	:228+- 30cm
Altura de mazorca	: 125+-18cm
Forma de mazorca	: cilíndrica
Color de grano	: negro
Color de la tusa	: morado oscuro
Numero de hileras	: 10 a 12
Numero de granos /hilera	: 30 a 34
Tipo de grano	: amiláceo
Peso promedio de 1000 granos	: 569g.
Porcentaje de desgrane	: 80%
Color de la hoja	: verde oscuro
Color del tallo	: verde claro con jaspes purpura
Color del estigma	: amarillo
Color de panoja	: purpura claro

Fuente: boletín de INIA – Estación Experimental Agraria Canaán – Ayacucho (2007).

### Cuadro 2.4. Características Agronómicas

<b>Cuadro 2.4.</b> Días al 50% de floración femenina	: 84 a 92
Días de la maduración	: 150 a 170
Ciclo vegetativo	: intermedio
Rendimiento potencial	: hasta 9.6 t/ha
Rendimiento comercial	: hasta 7.8 t/ha

Fuente: boletín de INIA – Estación Experimental Agraria Canaán – Ayacucho (2007).

En altitudes menores a 2300 msnm alcanza la madurez de cosecha a los 5 meses y en altitudes de 2700 a 3000 msnm a los 6 meses.

**B. PMV-581:** La producción de PMV 581, es una variedad mejorada por el Programa de maíz (PM) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) obtenida a través de la variedad del Morado Caraz y es el resultado de muchas selecciones masales se adaptada a la costa y sierra baja. Resistencia a roya y cercospora, de periodo vegetativo intermedio, mazorcas medianas de 15 – 20 cm., alargadas y con alto contenido de pigmento, y un potencial de rendimiento de 6 tn/h (Manrique 1997).

### Cuadro 2.5. Características Morfológicas

Forma de mazorca	: Cilindro cónico
Tipo de granos	:Amiláceos blandos
Color de grano	:Color negro
Color de tusa	: Color morado.
Periodo vegetativo	: Medio.
Altura de planta	: 2.0 a 2.4 metros
Numero de mazorca por planta:	: 1-2 Mazorca por planta

Fuente: Flores (2008)

La selección se hizo con la finalidad de lograr rendimientos altos de pigmento principal antocianina, mejorar su resistencia a las plagas (Roya y Cercospora) y ampliar su adaptación en toda la costa y sierra del Perú. Flores (2008).

**Cuadro 2.6. Características Agronómicas**

Días al 50% de floración femenina	: 75 a 80
Días de la maduración	: 150 a 170
Ciclo vegetativo	: intermedio
Rendimiento potencial	: hasta 8.0 t/ha

**C. MAÍZ AREQUIPEÑO:** Se utilizara el maíz morado de procedencia arequipeña.

**Cuadro 2.7. Características Morfológicas**

Descripción	Promedio
Color de tusa	: Negro
Color de grano	: Negro
Altura de la planta (m)	: 1.90
Altura de la mazorca (m)	: 1.50
Diámetro de la mazorca (cm)	: 3.9
Numero de hileras por mazorca	: 10
Numero de granos por hilera	: 28
Peso de grano por mazorca (gr)	: 120.2

Fuente: Prado (2012)

## 2.6. FACTORES DE ESTUDIO

En este experimento el factor de estudio fue el material genético. Se utilizó el maíz morado de las variedades:

A) INIA 615-NEGRO CANAAN. Se utilizó la semilla de procedente de la Estación Experimental Canaán.

B) PMV 581. Se utilizó la semilla procedente de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

C) AREQUIPEÑO. Se utilizó la semilla procedente de la siembra del tesista Jumar que es la F1 del Arequipeño en Ayacucho Canaán.

**Cuadro 2.8. Características del Material Experimental**

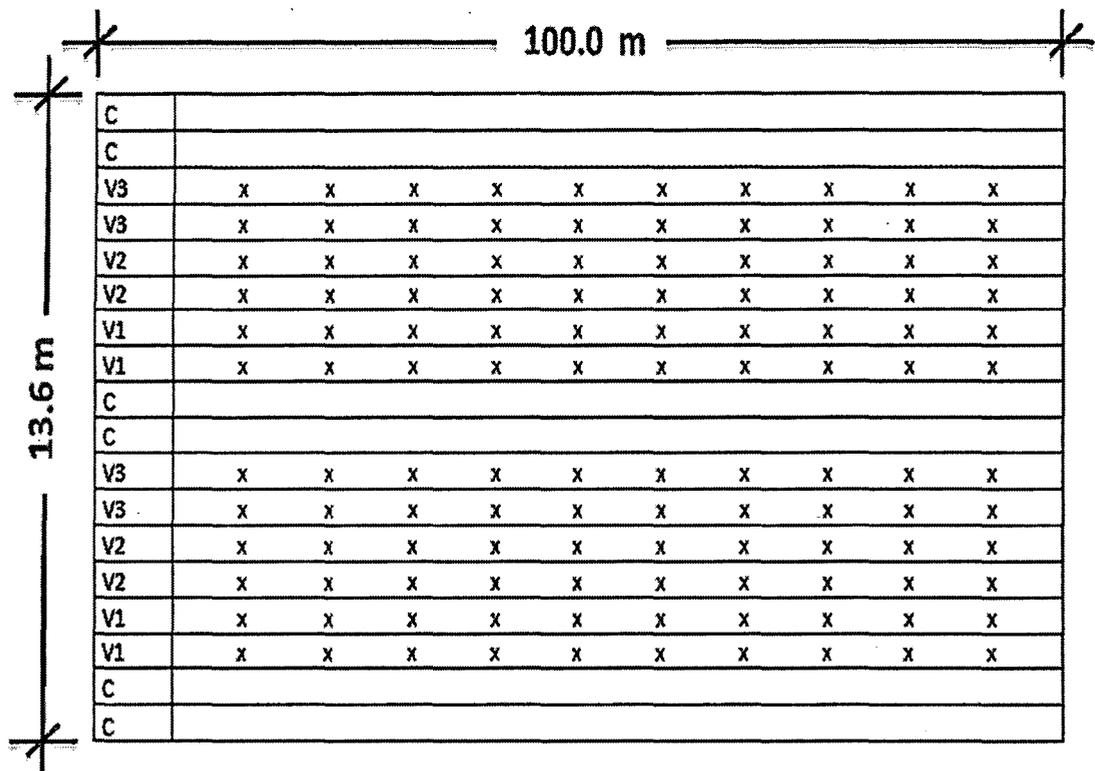
<b>Código</b>	<b>Nombre</b>
<b>V1</b>	Negro Canaán INIA-615
<b>V2</b>	PMV-581
<b>V3</b>	Arequipeño
<b>C</b>	Compuesto (mezcla semilla V1, V2 y V3)

## **2.7. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

**Cuadro 2.9 Descripción del Campo Experimental**

Ancho del campo experimental	:13.60 m
Largo del surco	:100.0 m
Área neta del experimento	:1360 m <sup>2</sup>
Área total de calles y bordes	:129.2 m
Total de surcos en estudio	:12
Total de surcos en el experimento	:18
Distanciamiento entre surcos	:0.8 m
Distanciamiento entre golpes	:0.4 m

## CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



### Leyenda:

**C:** Compuesto (mezcla semilla: V1, V2 y V3) cumplen función de polinizadores

**V<sub>1</sub>:** Negro Canaán (Libre polinización)

**V<sub>2</sub>:** PMV-581 (libre polinización)

**V<sub>3</sub>:** Arequipeño (libre polinización)

### 2.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el Diseño experimental Completamente Randomizado con 3 tratamientos (variedades de maíz) y 40 repeticiones. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$ : Es una observación de la unidad de análisis

$\mu$ : Es el promedio de las unidades de análisis

$T_i$ : Es el efecto de las variedades

$\varepsilon_{ij}$ : Es el error experimental

## 2.9. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Cada variedad base estuvo formado de un marco de muestreo de 1600 plantas. El tamaño de muestra estuvo basado en la característica peso seco de tusa y aplicado la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + \sigma^2} = \frac{1600 * 25}{(1600-1)\left(\frac{1.6}{1.96}\right)^2 + 25} = 37$$

Donde:

- ❖ N = Tamaño de la población (1600)
- ❖  $\sigma^2$  = Variancia de la población (25 g<sup>2</sup>) ALCA (2001)
- ❖ Z = 1.96 valor de Z para 95% de confianza
- ❖ B = Error absoluto (1.6 g)

De acuerdo al resultado anterior se tomaron n = 40 observaciones.

## **2.10. ANÁLISIS GENÉTICO**

### **a. Selección por caracteres**

De las variables originales se seleccionaron aquellas que son realmente relevantes, para lo cual se hizo uso del método de **Stepwise**, (o regresión por pasos). Este método utiliza una combinación de tres procedimientos; en cada paso se introduce o elimina una variable dependiendo de la significación de su capacidad discriminatoria. Permite además la posibilidad de “arrepentirse” de decisiones tomadas en pasos anteriores, bien sea eliminando del conjunto seleccionado la variable introducida en un paso anterior del procedimiento, bien sea seleccionando una variable previamente eliminada. Este método busca los subconjuntos de mayor capacidad clasificatoria según diferentes criterios.

El procedimiento general consiste en los siguientes pasos:

- A. Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión de todo el modelo (incluye todas las variables independientes).
- B. Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión con la variable independiente más importante.
- C. Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión con las variables restantes por diferencia del modelo total y la variable más importante.

## b. Cálculo de la heredabilidad y ganancia por selección

### Esquema del análisis de la variancia

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Variedad	2	CMv
Error	117	CMe
<b>Total</b>	<b>120</b>	

Variación ambiental:  $\sigma_e^2 = CMe/r$

Variación genética:  $\sigma_g^2 = (CMv - CMe)/r$

Variación fenotípica = Variación ambiental + variación genética

#### Cálculo de la heredabilidad:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

Donde:

- $h^2$ =Heredabilidad
- $\sigma_g^2$ =Variación genética
- $\sigma_e^2$ =Variación ambiental
- $r$ =Número de repeticiones

La ganancia por selección, se calculó haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$GS = \frac{(\bar{X}S - \bar{X}P)}{2} \times h^2$$

Donde:

- $\bar{X}_S$ =Promedio del rendimiento de la variedad.
- $\bar{X}_P$ =Promedio del rendimiento poblacional.
- $h^2$ =heredabilidad

## **2.11. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **a) Preparación del terreno**

Se efectuó el 20 de agosto del año 2012, utilizando un tractor agrícola con arado de disco y seguida de una pasada de rastra a una profundidad de 25cm. de esta manera quedo listo el terreno para el mullido y nivelado.

### **b) Marcado del terreno**

De acuerdo al croquis, se procedió a la demarcación y delimitación del campo experimental.

El surcado se realizó una vez preparado el terreno, esta labor se realizó con ayuda de zapapico, cordel, wincha y estacas para el lineamiento respectivo. Se consideró la distancia entre surco a 0.80 m.

### **c) Siembra**

La siembra se realizó el mismo día de la siembra (11 de setiembre del 2012), depositando 3 semillas por golpes, luego se tapó la semilla con ayuda de un azadón y se procedió al riego con la finalidad de facilitar la germinación y la emergencia de la plántula.

#### **d) Abonamiento**

La fertilización de las parcelas se realizó el 11 de setiembre del 2012 en forma manual, aplicando la mezcla por golpe en el fondo del surco, con la fórmula de abonamiento de (150 – 140 – 120) kg.ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>5</sub>O<sub>2</sub>, KO<sub>2</sub>, fórmula recomendada de acuerdo al análisis físico, químico del suelo y la extracción de nutrientes por el cultivo.

En la siembra se utilizó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio (80 – 140 – 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>5</sub>O<sub>2</sub>, KO<sub>2</sub>).

La otra mitad del nitrógeno se aplicó un mes después de la siembra (70– 0 – 0 kg.ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>5</sub>O<sub>2</sub>, KO<sub>2</sub>).

#### **e) Control de maleza y aporque**

El aporque y deshierbo se realizó el 4 de octubre del 2012, cuando las plantas presentaron 20 a 25 cm. de altura; para evitar la competencia y perjuicios que ocasionan a los cultivos. El segundo aporque se realizó el 21 de octubre además se aprovechó para la aplicación de la segunda dosis del fertilizante nitrogenado. El tercer deshierbo se llevó a cabo el 20 de diciembre del 2012, por la aparición de malezas, utilizando la segaderas.

#### **f) Riego**

Se instaló el sistema de riego por goteo con la finalidad de proporcionar el agua de acuerdo la demanda del cultivo en el momento oportuno. El primer riego se realizó el 17 de setiembre del 2012 y finalizando afines de

noviembre, a partir de cual no fue necesaria la dotación del riego por la presencia de las lluvias.

### **Desahije**

Se realizó con el propósito de tener una distribución uniforme de la población de plantas en el campo experimental, para lo cual se dejó 2 plantas por golpe.

### **g) Control fitosanitario**

En el periodo de crecimiento se registró un daño significativo de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el cual fue controlado aplicado *cypermethrina* 25CE a una dosis de 20 ml por mochila de 20 litros.

Ataques de otras plagas y enfermedades no se presentaron considerablemente y no amerita su control

### **h) Cosecha**

La cosecha se realizó el 23 de febrero del 2013 a los 159 días contados desde el día del primer riego, cuando las plantas se encontraban en madures fisiológica con 30 – 35 % de humedad de mazorca.

Se cosechó 40 plantas por cultivar seleccionando las mejores mazorcas, evaluando en total de 120 plantas de la unidad experimental.

## **2.12. PARAMETROS DE EVALUACIÓN**

### **a. Altura de la planta a la cosecha**

Esta característica se midió desde la base de la planta hasta el punto de nacimiento de la floración, expresándose en metros.

### **b. Altura de la mazorca a la cosecha**

Esta característica se midió desde la base de la planta hasta el punto de nacimiento de la panoja, expresándose en metros.

### **c. Largo y diámetro de la tusa**

En este carácter se tomó la medida de la tusa que corresponde en la parte media perpendicular a su longitud o diámetro de la tusa, expresándose en centímetros, largo desde la base hasta la punta de la tusa.

### **d. Peso de grano por mazorca**

Se tomó el peso de la mazorca por planta, luego de un proceso de secado de 7 días, con las observación correspondientes. Se aplicó la siguiente relación para tener el peso del grano de mazorca.

$$\text{PGM} = \text{PMz} \times \text{fd}$$

Dónde:

- PGM es el peso de grano por mazorca
- PMz es el peso de una mazorca
- Fd es el factor de desgrane

El factor de desgrane se obtuvo tomando el peso de 40 mazorcas tomadas al azar y luego del desgrane el peso correspondiente del grano, obteniéndose la siguiente relación:

$Fd = \text{Peso de grano} / \text{peso de mazorca}.$

Con este procedimiento también se obtuvo el peso de la tusa por mazorca.

$PTM = PMz - PMG$

Dónde: PTM es el peso de la tusa por mazorca

PMz es el peso de una mazorca

PMG es el peso del grano por mazorca

#### **e. Peso de mazorca y tusa**

En estos caracteres se tomó la medida del peso de mazorca y tusa, expresado en gramos.

#### **F. Peso de 1000 semillas (gr)**

Se determinó para cada variedad, de 40 granos al azar para luego ser pesado en una balanza de precisión y por medio de una regla de tres simple se llevó al peso de mil semillas.

### **2.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico de las variables de productividad se realizó con el Diseño Experimental Completamente Randomizado (DCR), con la prueba de

contraste de Tukey; la selección y respuesta a la selección se analizaron mediante la regresión simple y análisis de variancia en el DCR para el cálculo de los parámetros genéticos (componentes de variancia y heredabilidad).

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **3.1. Características de productividad**

En esta evaluación se han considerado 7 caracteres: altura de planta, altura de mazorca, longitud de tusa, diámetro de tusa, peso de mazorca, peso de grano y peso de tusa.

El cuadro N° 3.1. Se muestra los cuadrados medios del análisis de variancia de características de productividad de tres variedades de maíz morado, donde podemos observar que existe significación estadística sólo para longitud de tusa más no así para altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tusa, peso de mazorca, peso de grano de mazorca y peso de tusa, es decir, que por lo menos una variedad de maíz morado es diferente en cuanto a longitud de tusa.

En cambio los otros parámetros no se encontraron diferencias estadísticas.

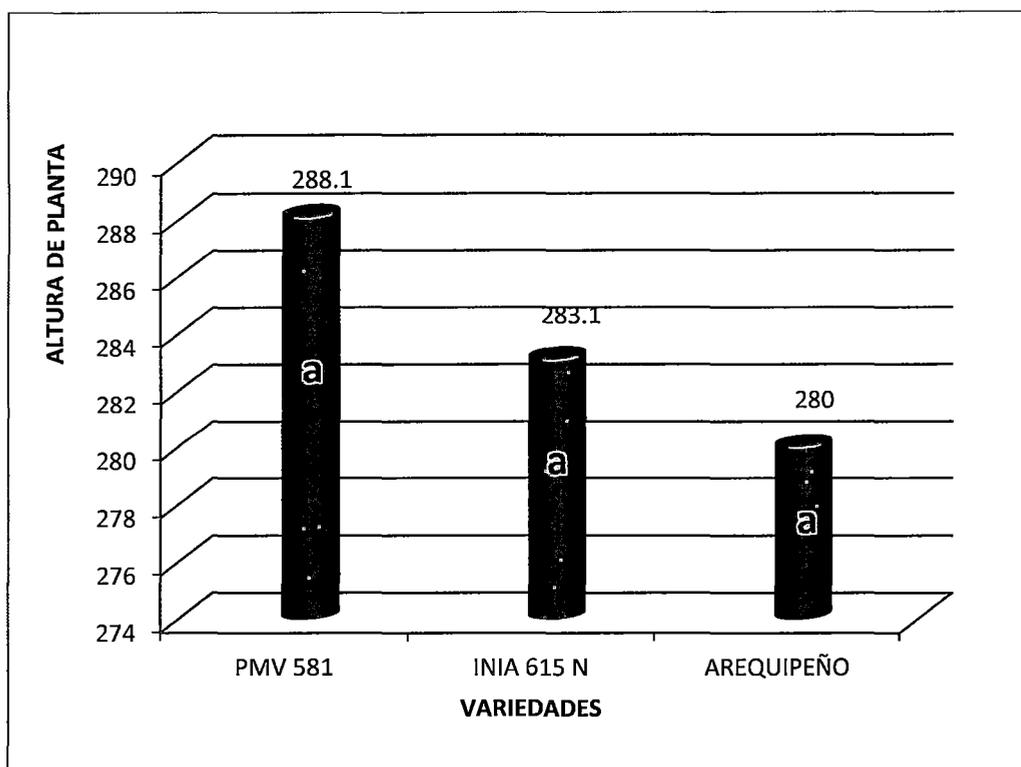
El coeficiente de variancia oscila entre 8.8 y 27.4 %.

**Cuadro 3.1. Cuadrados medios del analisis de variancia de características de productividad de 3 variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm- Ayacucho**

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios						
		Altura de planta	Altura de mazorca	Longitud de tusa	Diámetro de tusa	Peso de mazorca	Peso de grano mazorca	Peso de tusa
Variedad	2	664.4	369.9	12.13 *	0.010	995.1	1182.9	13.3
Error	117	619.0	477.4	3.23	0.078	771.4	643.6	24.1
Total	119							

CV (%)	8.8	12.4	11.42	13.641	18.8	19.6	27.4
Promedio	283.7	176.2	15.73	2.054	147.5	129.6	17.9

### 3.1.1. Altura de planta



**GRÁFICO 3.1. Prueba de Tuckey para los promedios de altura de planta de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho**

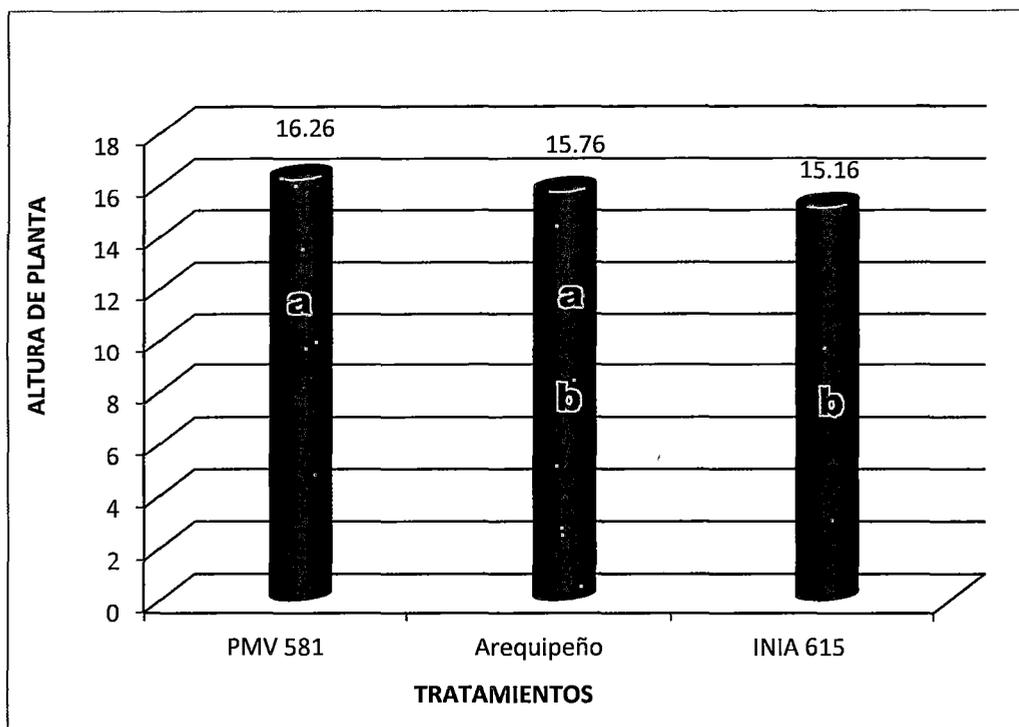
Tal como hemos señalado líneas arriba que al realizar el análisis de variancia para altura de plantas en tres variedades de maíz morado, no se ha encontrado diferencias estadísticas, por lo tanto, no debe realizarse ninguna otra prueba, sin embargo, se ha realizado la prueba de contraste de Tuckey y se muestra en el gráfico N° 3.1., donde podemos corroborar la igualdad en las tres variedades de maíz morado. Asimismo, podemos observar la diferencia de los valores numéricos siendo superior a la PMV 581 con 288.1 cm de altura, seguido de INIA 615 con 283.1 cm y finalmente el maíz Arequipeño con 280 cm. de altura. Alca (2001) en la variedad Negro Canaán (INIA 615 N) reportó la altura de planta de 2.28 m y Velásquez

(1999) en ocho genotipos de maíz morado obtuvo valores de 1.93 a 2.73 m. de altura de planta. La altura sobresaliente en el presente experimento se podría deber al riego por goteo constante lo que significa que no estuvieron sometidos al estrés hídrico. La diferencia numérica entre las variedades podría atribuirse a factores aleatorios influenciados por el nitrógeno que es un factor esencial para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

### **3.1.2. Altura de mazorca**

En el cuadro N° 3.1. se muestra el análisis de variancia de la altura de mazorca de las tres variedades de maíz morado, donde podemos observar que no existe diferencia significativa, lo que significa que ninguno de las variedades es superior estadísticamente, razón por la cual, no fue necesario realizar la prueba de contraste de Tuckey, se obtuvo un promedio general de 176.2 cm. Alca (2001) en la variedad Negro Canaán reporta una altura de mazorca de 1.18 y Velásquez (1999) en ocho genotipos de maíz morado obtuvo valores de 0.82 a 1.61 m de altura de mazorca. El resultado sobresaliente en el presente experimento podría deberse al carácter genético de las variedades cuya manifestación fue influido por el medio ambiente en forma similar para cada uno de las variedades.

### 3.1.3. Longitud de tusa



**GRÁFICO 3.2.** Prueba de Tuckey para los promedios de longitud de tusa de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

En el cuadro N° 3.1. se presenta el análisis de variancia de la longitud de tusa de las tres variedades de maíz morado, donde podemos observar que existe diferencia significativa, lo que significa que por lo menos una variedad de maíz es diferente, por lo tanto, para determinar cuál de ellos es diferente se ha realizado el análisis de la prueba de contraste de Tuckey, la misma que se muestra en el cuadro N° 3.4. del anexo y gráfico N° 3.2., donde podemos observar que la variedad PMV 581 es superior estadísticamente a la variedad INIA 615, más no así a la variedad Arequipeño. Estos valores posiblemente podrían deberse al carácter genético de la variedad, pues la

PM 581 es una variedad mejorada de la variedad Morado Caraz, como resultado de muchas selecciones masales adaptada a la costa y sierra baja.

#### **3.1.4. Diámetro de tusa**

En el cuadro 3.1. se presenta el análisis de variancia del diámetro de tusa de tres variedades de maíz morado, donde se observa que no existe significación estadística entre las variedades de maíz, razón por la cual, no se realizó ningún otro análisis. Sin embargo, podemos mencionar que existe diferencia numérica entre las variedades de maíz en estudio, siendo la PMV 581 de mayor valor (2.07 cm.), seguido del Arequipeño (2.06 cm) y finalmente INIA 615 Negro Canaán (Ver cuadro N° 3.5. del anexo)

#### **3.1.5. Peso de mazorca**

En el cuadro 3.1. se presenta el análisis de variancia del peso de mazorca de tres variedades de maíz morado en estudio, donde se observa que no existe significación estadística entre las variedades de maíz, razón por la cual, no se realizó ningún otro análisis. Sin embargo, podemos mencionar que existe diferencia numérica entre las variedades de maíz en estudio, siendo el de mayor valor, INIA 615 Negro Canaán (151.8 g.) seguido del Arequipeño (148.6 g) y finalmente la PMV 581 (142.0 g.). Podemos mencionar que los granos en INIA 615 se presentan en mayor número y tamaño que las otras dos variedades.

### **3.1.6. Peso de grano por mazorca**

En el cuadro 3.1. se presenta el análisis de variancia del peso de grano por mazorca de tres variedades de maíz morado en estudio, donde se observa que no existe significación estadística entre las variedades de maíz, razón por la cual, no se realizó ningún otro análisis. Sin embargo, podemos mencionar que existe diferencia numérica entre las variedades de maíz en estudio, siendo el de mayor valor, INIA 615 Negro Canaán (134.54 g.) seguido del Arequipeño (130.30 g) y finalmente la PMV 581 (121.79 g), tal como se muestra en el cuadro N° 3.7 del anexo. Alca (2001) reporta un peso de grano por mazorca de 82.16 g en maíz morado variedad Negro Canaán (INIA 615).

### **3.1.7. Peso de tusa**

En el cuadro 3.1. se presenta el análisis de variancia del peso de tusa de tres variedades de maíz morado en estudio, donde se observa que no existe significación estadística entre las variedades de maíz, razón por la cual, no se realizó ningún otro análisis. Sin embargo, podemos mencionar que existe diferencia numérica entre las variedades de maíz en estudio, siendo el de mayor valor, Arequipeño con 18.26 g seguido del PMV 581 con 18.26 g y finalmente INIA 615 Negro Canaán con 17.26 g. Estos valores se complementan con los de las otras variables, es decir, presentan valores iguales estadísticamente, con excepción de longitud de tusa. Alca (2001) halló un peso de tusa por mazorca de 14.89 para la variedad Negro Canaán.

## 3.2. SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN

### 3.2.1. Selección por caracteres

El peso de tusa es la variable de gran importancia en la selección en el maíz morado, debido al contenido de antocianina y es la parte de la mazorca que demanda el mercado y es la razón de la exportación. Por tanto, la selección debe estar dirigida al peso de tusa.

**Cuadro 3.2 Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, del diámetro de tusa, longitud de tusa y peso de tusa en maíz morado (*Zea mays*L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Regresión	2	1187.9	594.0	41.8 **
Error	117	1662.2	14.2	
Total	119	2850.1		

El Cuadro N° 3.2. se muestra el análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, del diámetro de tusa, longitud de tusa y peso de tusa en maíz morado, donde podemos observar alta significación estadística, el cual nos indica la existencia de la relación funcional del peso de la tusa en función del diámetro y la longitud de la tusa, dicho en otras palabras, significa que el peso de la tusa depende o está influenciado por el diámetro y la longitud de la tusa.

**Cuadro 3.3. Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple del diámetro de tusa, longitud de tusa y peso de tusa en maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho**

Variable	Coefficiente de regresión	Error estándar	Cuadrados medios	F calculado	
Término independiente	-13.679	3.595	184.58	13.0	**
Diámetro de tusa	10.088	1.245	931.97	65.6	**
Longitud de tusa	0.692	0.188	191.66	13.5	**

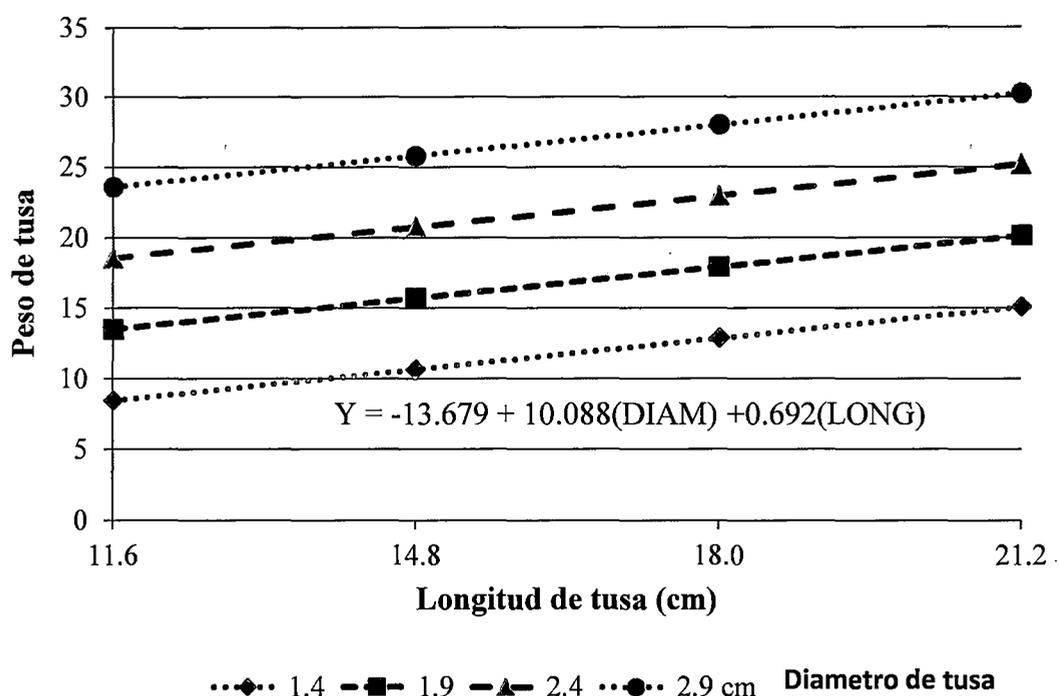
En el cuadro 3.3 se presenta el Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple del diámetro de tusa, longitud de tusa y peso de tusa en maíz morado (*Zea mays* L.) donde se observa los coeficientes de regresión de 10.088 para el diámetro de tusa y 0.692 para la longitud de tusa.

Estos valores significan que por cada centímetro de diámetro de tusa se obtiene 10.088 gramos de tusa, del mismo modo, por cada centímetro de longitud, se alcanza 0.692 gramos de tusa, por lo tanto se corrobora en el sentido de que el diámetro de tusa es de mayor importancia que la longitud de tusa en la estimación del peso de tusa.

**Cuadro 3.4. Resumen de selección de Stepwise con las variables diámetro de tusa y longitud de tusa en maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.**

Variable seleccionada	Variable incluida	R <sup>2</sup> parcial	R <sup>2</sup> modelo	F calculado
Diámetro de tusa	1	0.350	0.350	63.4 **
Longitud de tusa	2	0.067	0.417	13.5 **

En el cuadro 3.4 se muestra el resumen de selección de Stepwise con las variables diámetro de tusa y longitud de tusa en maíz morado (*Zea mays* L.), donde se observa que el diámetro de la tusa es de mayor importancia en la estimación del peso de la tusa, por lo tanto, la longitud de la tusa, de acuerdo a los valores, está considerado como una variable de segunda opción, sin embargo, también es de importancia en la selección.



**Gráfico 3.3** Regresión lineal múltiple del peso de tusa (g) sobre el diámetro de tusa (cm) y longitud de tusa (cm) en maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

En el gráfico N° 3.3. se presenta la regresión lineal múltiple del peso de tusa (g) sobre el diámetro de tusa (cm) y longitud de tusa (cm) en maíz morado (*Zea mays* L.) cuya tendencia es lineal múltiple del diámetro de la tusa y la longitud de la tusa sobre el peso de la tusa, factor de gran importancia para seleccionar mazorcas para la próxima generación.

Asimismo, debemos señalar que el gráfico indica que al existir mayor diámetro de tusa se obtiene una mejor respuesta en el peso de tusa. El mayor peso de tusa obtenida en el presente experimento es de 30 g que corresponde a un diámetro de 2.9 cm y a una longitud de tusa de 21.2 cm.

### 3.2.2. Respuesta a la selección

**Cuadro 3.5. Análisis de variancia de la longitud de tusa, componentes de variancia y heredabilidad en maíz morado (*Zea mays*L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Variedad	2	24.260	12.130	3.76 *
Error	117	377.364	3.225	
Total	119	401.625		

Variancia ambiental = 0.08

Variancia genética = 0.22

Variancia fenotípica = 0.30

Heredabilidad =  $0.22/0.30 = 0.73$

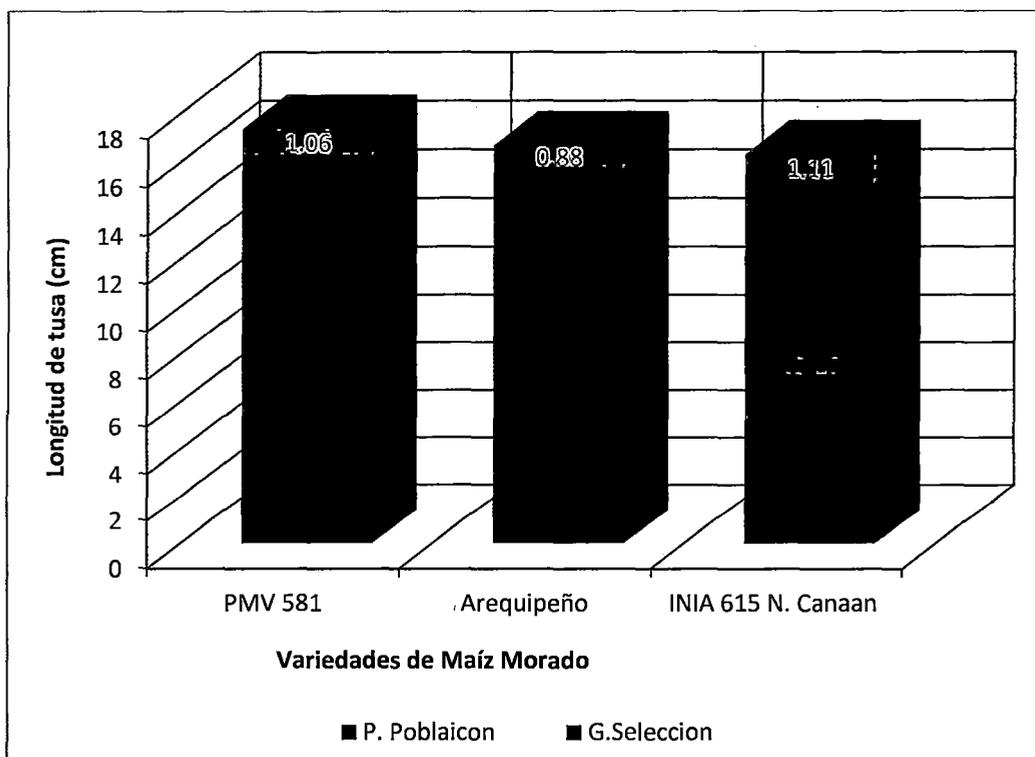
El Cuadro 3.5 muestra el análisis de variancia de la longitud de tusa, componentes de variancia y heredabilidad en maíz morado (*Zea mays* L.) donde se observa que existe significación estadística entre los genotipos evaluados. Los resultados obtenidos han determinado para la longitud de tusa la variancia ambiental ( $\sigma_E^2 = 0.08$ ), la variancia genética ( $\sigma_g^2 = 0.22$ ) y la heredabilidad ( $h^2 = 0.73$ ). Considerando que la longitud de tusa es similar

a la longitud de mazorca, se debe indicar que Hallauer & Miranda (1981), resumen el estimado de variancia genética y heredabilidad para longitud de mazorca (cm), 2.028 y 38.1% respectivamente y Quispe (1999), encontró una heredabilidad para longitud de mazorca (cm) de 85%, que representa la variancia genética de 5.61 cm<sup>2</sup>. En el presente experimento la heredabilidad está en el rango de las referencias indicadas.

**Cuadro 3.6. Promedio de la longitud de tusa (cm) y ganancia por selección en tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.)Canaán 2735 msnm, Ayacucho.**

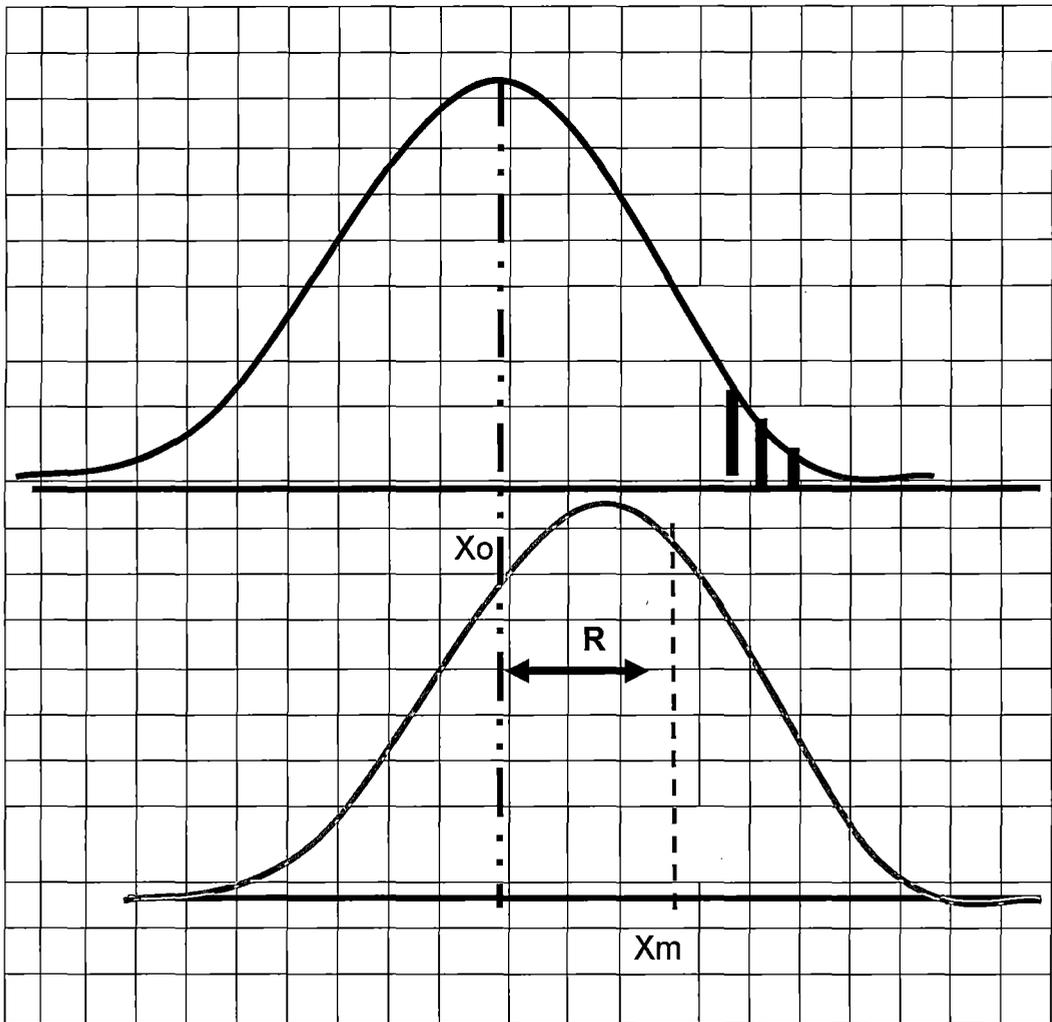
<b>Variedad</b>	<b>Promedio de selecciones</b>	<b>Promedio poblacional</b>	<b>Ganancia por selección</b>	<b>Promedio población mejorada</b>	<b>% de mejora</b>
PMV 581	18.60	16.26	0.85	17.11	8
Arequipeño	17.70	15.76	0.71	16.47	7
INIA 615	17.61	15.16	0.73	16.34	7

El Cuadro 3.6 muestra el promedio de la población original, promedio de la población seleccionada, la ganancia de selección, el promedio de la población mejorada y el porcentaje de mejora con respecto a la población mejorada. Además, podemos indicar que por efecto de la alta heredabilidad de la variable existe un porcentaje de mejora de 8 % a 7 % en las tres variedades.



**Grafico N° 3.4. Longitud de tusa y ganancia por selección en tres Variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.**

El gráfico N° 3.4 se muestra la longitud de tusa y ganancia por selección en tres variedades de maíz morado, donde podemos observar que la ganancia de selección en cada variedad de maíz, que en promedio se alcanza por la selección un valor de 1.0 cm para la longitud de tusa, es decir, para la variedad PMV 581 la ganancia es de 1.06 cm, para la variedad Arequipeño corresponde a 0.88 cm y para la variedad INIA 615 Negro Canaán es de 1.1. cm. Estos resultados serán para la próxima generación de siembra.



**Grafico N° 3.5. Población original y población mejorada por efecto de la selección sobre la longitud de tusa.**

Además, en el gráfico N° 3.5 se muestra la curva de la población original y población mejorada por efecto de la selección sobre la longitud de tusa, donde observamos que la población original ( $\bar{X}_o$ ) ha sido desplazada por la selección efectuada a un nuevo promedio ( $\bar{X}_m$ ). en cada variedad.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

De los resultados y discusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación realizado bajo las condiciones de Canaán, 2735 msnm., a fechas de 11 de setiembre 2012 a marzo del 2013.

- En el análisis de variancia de características de productividad de los cultivares PMV 581, INIA 615 Negro Canaán y Arequipeño, existe significación estadística sólo para longitud de tusa más no así para altura de planta, altura a la mazorca, diámetro de tusa, peso seco de mazorca, peso de grano de mazorca y peso de tusa.
  
- La selección de variables por el método Stepwise muestra la existencia de la relación funcional del peso de la tusa en función del diámetro y la longitud de la tusa.

- Los coeficientes de regresión alcanzados significan que por cada centímetro de diámetro de tusa se obtiene 10.088 gramos de tusa, del mismo modo, por cada centímetro de longitud tusa se alcanza 0.692 gramos de tusa, por lo tanto, el diámetro es de mayor importancia que la longitud de tusa en la estimación del peso de tusa.
  
- La tendencia de la regresión múltiple del peso de tusa (g) sobre el diámetro de tusa (cm) y longitud de tusa (cm) presenta una tendencia lineal donde el mayor peso de tusa obtenida en el presente experimento es de 30.25 g que corresponde a un diámetro de 2.9 cm y a una longitud de tusa de 21.2 cm. constituyéndose un factor de gran importancia para seleccionar mazorcas para la próxima generación.
  
- En cuanto a la respuesta a la selección existe significación estadística entre los genotipos evaluados se ha determinado para la longitud de tusa, la variancia ambiental  $\sigma_E^2 = 0.08$ , la variancia genética  $\sigma_g^2 = 0.22$  y la heredabilidad  $h^2 = 0.73$ .
  
- La ganancia por selección en cada variedad de maíz, en promedio se alcanza un valor de 0.76 cm para la longitud de tusa, es decir, para el cultivar PMV 581 es de 0.85 cm, para el cultivar Arequipeño corresponde a 0.71 cm y para el cultivar INIA 615 Negro Canaán es de 0.73 cm. Así mismo por efecto de la alta heredabilidad de la variable existe un porcentaje de mejora de 8%, 7% y 7% respectivamente en los tres

cultivares. Estos resultados corresponden a la próxima generación de siembra.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar el segundo ciclo de selección conformando una población de un compuesto de las tres variedades PMV 581, INIA 615 Negro Canaán y Arequipeño.
  
- Continuar la selección por selección recurrente, considerando como variables de selección a caracteres de la tusa (peso y pigmentación).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALLARD, R. W. 1980. Principios de la mejora genética. Cuarta edición. Edición omega S.A. España. 498 p.
2. ARAUJO, J. 1995. Estudio de la extracción del colorante de maíz morado (*Zea mays* L.) con el uso de enzimas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNA – La Molina. Lima – Perú.
3. ARBOLEDA, F. 1973. Interacción genotipo – ambiente: Selección Masal en diferentes ambientes. IV Reunión de maiceros de la zona Andina. Cochabamba - Bolivia.
4. BRAUER, O. 1973. Filogenética Aplicada. Editorial Limusa. México. 495 p.
5. CABALLERO, P. M. 2013. Niveles de Guano de Isla y Densidad de plantas en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) Chihua a 2360 msnm Huanta, Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Ayacucho, Perú.
6. CERRATE, D. M. 1999. Selección mazorca – hilera modificada en una variedad choclera de la Sierra alta del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina. Lima Perú.
7. DUDLEY, J. W. & MOLL, R. H. 1969. Interpretation and Use of Estimates of Heritability and Genetic Variance in plant Breeding. Crop.
8. ENRIQUEZ SOTO, R y VILCAPOMA, D(2012) "Evaluación de vida útil en anaquel de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) Nativo tostado y envasado en tres tipos de envases" tesis para obtener el título Ingeniero En Industrias Alimentarias Huancayo–Peru. Disponible

en<<http://www.cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/43828448.pdf>>Consultado el 28 de mayo del 2013.

9. FOPEX. 1985. El maíz morado. Manual del Fondo de promoción de exportadores. Perú 46 p.
10. HALLAUER, A. & MIRANDA, B. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University. Press/Ames. 468 p.
11. INIA 2007, ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA CANAAN–AYACUCHO- 2007 “Nueva variedad de maíz morado para la sierra peruana”.
12. INIA. 2006, BOLETIN INFORMATIVO DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIA en Producción de maíz morado en valles interandinos”.
13. INIA. (2009) Conservación in situ de cultivos nativos y sus parientes silvestres. Instituto nacional de innovación agraria – Perú. Disponible en: [www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe).
14. INIA. 2003 COMPENDIO TÉCNOLÓGICO DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE MAÍZ. Edit. Instituto Nacional de Investigación Y Extensión Agraria Lima-Perú.
15. ITACAB. 2004, Instituto de transferencia de Tecnología apropiadas para sectores marginales.
16. LAMKEY, K. R. & EDWARD, J.W. 1997. The quantitative genetics of Heterosis. CIMMYT. Book of Abstracts. The genetics and exploitation of Heterosis in crops. México.

17. LAZO, R. 1999 "Fertilización potásica y fosfórica en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) PM 581. Tesis UNAS. El Cural - Arequipa - Perú.
18. LENG, E: R: 1963. Component Analysis in inheritance of grain in maize crop. Inc. Publishers. New York.
19. LLANOS, M 1984, "El maíz, su cultivo y aprovechamiento. Editorial Mandí Prensa - España. 318 p.
20. MANRIQUE, A 1999. Maíz morado peruano (*Zeamays* L. Amilaceae). Folleto R.I. Nro. 2 - 99. Perú. 24 p.
21. MANRIQUE, A. 1997, "El maíz en el Perú. 2da. edición. CONCYTEC. Perú".
22. NEVADO, M. & SEVILLA, R. 1976. Selección de variedades de maíz en zonas con características ambientales y tecnológicas agrícolas. N° extraordinario de informativo del maíz. Vol. II. UNA La Molina. Lima Perú.
23. OIA - AYACUCHO, 2000. Ministerio de Agricultura -Dirección Regional Agraria - Oficina de Información Agraria - Ayacucho.
24. ONERN 1984. Oficina nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Perfil Ambiental del Perú. Lima.
25. PARSONS, 1985. El maíz. Edit. Trillas. Manual de conducción. 46 p.
26. PAUCARIMA R. E. (2007) Respuesta de maíz morado (*Zea mays*L.) a cuatro fórmulas de abonamiento y tres densidades de siembra Canaán a 2750 msnm. Ayacucho. Tesis para obtener el título

profesional de ingeniero agrónomo facultad de ciencias agrarias escuela de formación profesional de agronomía UNSCH.

27. POELHMAN, J. M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. México. 453 p.
28. PUMA, J. 1998, "Dos fuentes de materia orgánica y el rendimiento de maíz morado en zonas áridas". Tesis UNAS. Arequipa – Perú.
29. QUISPE, J. A. 1999. Heterosis en variedades precoces de maíz de sierra alta. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae. UNA La Molina. Lima Perú.
30. RIMACHE, M.A. (2008) Cultivo del maíz, Biblioteca de la Universidad Nacional de Huancavelica. 1era edición. Empresa editora Macro E.I.R.L. Perú.
31. SANCHEZ, O. J. 1973. Variación fenotípica y correlaciones entre rendimiento y otras características en Líneas S<sub>1</sub> de maíz. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina. Lima Perú.
32. SEVILLA, R. 1993. Mejoramiento genético de maíz en la sierra del Perú. En Actas de las sesiones de avances de Investigación. ANCYT-CONCYTEC.
33. SISTEMA DE INFORMACION RURAL AREQUIPA – SIRA / Convenio SADA – GTZ – II CA – 2005.
34. SPRAGUE. 1966. Mencionado por LAMKEY K.R. (1997). The Quantitative Genetics of Heterosis. CIMMYT. Book of Abstracts. The Genetics and exploitation of Heterosis in crops. México.

35. TINEO, A. 2009. Fertilidad de suelos Guía de prácticas Ayacucho-Perú.pag.
36. VASQUEZ, R. A. 1983. Evaluación de maíces de baja altura (*Zea mays* L.), Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina. Lima Perú.
37. VELASQUEZ, H. E. 1999. Estudio de rendimiento en grano y de las correlaciones entre caracteres biométricas en ocho genotipos de maíz. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina. Lima Perú.
38. VELES MEDINA, J.J.(2004)Caracterización de tostadas elaboradas con maíces pigmentados y diferentes métodos de nixtamalización tesis para obtener título de maestro en tecnología avanzada. Disponible en<<http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/689/1/JUANVELESMEDINA1.PDF>>Consultado el 21 de mayo del 2013

# **ANEXOS**

Cuadro 1. Prueba de Tuckey para los promedios de la altura de planta de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	Altura de planta cm	Tukey 0.05
PMV 581	288.1	a
INIA 615 Negro Canaán	283.1	a
Arequipeño	280.0	a

Cuadro 2. Prueba de Tukey para los promedios de la altura de mazorca de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	Altura de mazorca cm	Tukey 0.05
PMV 581	179.6	a
Arequipeño	175.3	a
INIA 615 Negro Canaán	173.7	a

Cuadro 3. Prueba de Tuckey para los promedios de longitud de tusa de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	Longitud de tusa cm	Tukey 0.05
PMV 581	16.26	a
Arequipeño	15.76	ab
INIA 615 Negro Canaán	15.16	b

Cuadro 4. Prueba de Tuckey para los promedios de diámetro de tusa de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	Diámetro de tusa cm	Tukey 0.05
PMV 581	2.07	a
Arequipeño	2.06	a
INIA 615 Negro Canaán	2.04	a

Cuadro 5. Prueba de Tuckey para los promedios de peso de mazorca de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Variedad	Peso de mazorca (g)	Tukey 0.05
INIA 615 Negro Canaán	151.8	a
Arequipeño	148.6	a
PMV 581	142.0	a

Cuadro 6. Prueba de Tuckey para los promedios de peso de grano por mazorca de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	Peso de grano por mazorca g	Tukey 0.05
INIA 615 Negro Canaán	134.54	a
Arequipeño	130.30	a
PMV 581	123.79	a

Cuadro 7. Prueba de Tuckey para los promedios de peso de tusa de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Variedad	Peso de tusa g	Tukey 0.05
Arequipeño	18.26	a
PMV 581	18.26	a
INIA 615 Negro Canaán	17.26	a



	Variedad	Planta	Altura de planta	Altura de mazorca 1	Longitud de tusa	Diámetro de tusa	Peso seco de mazorca	Peso seco de grano / mazorca	Peso seco de tusa
			cm	cm	cm	cm	g	g	g
	v1	P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
necanan	v1	1	275	164	14.40	2.08	147.5	129.0	18.5
necanan		2	276	171	14.55	2.21	217.5	194.5	23.0
necanan	v1	3	258	174	16.51	2.60	201.0	183.0	18.0
necanan	v1	4	275	155	13.19	2.41	166.0	147.0	19.0
necanan	v1	5	300	181	16.30	2.40	184.0	163.0	21.0
necanan	v1	6	285	168	17.08	1.80	152.0	132.5	19.5
necanan	v1	7	285	183	16.51	1.70	175.0	162.5	12.5
necanan	v1	8	296	183	15.90	2.30	208.0	186.0	22.0
necanan	v1	9	305	189	12.49	1.79	132.5	122.5	10.0
necanan	v1	10	272	129	21.10	2.20	208.0	188.5	19.5
necanan	v1	11	275	168	14.50	1.55	122.5	109.0	13.5
necanan	v1	12	300	178	18.50	1.98	143.5	126.0	17.5
necanan	v1	13	240	185	14.25	1.95	188.0	171.5	16.5
necanan	v1	14	286	158	14.50	1.93	131.0	115.5	15.5
necanan	v1	15	241	181	16.40	2.05	159.0	137.0	22.0
necanan	v1	16	255	151	17.60	1.98	153.0	135.0	18.0
necanan	v1	17	328	192	14.50	1.82	199.0	181.5	17.5
necanan	v1	18	312	183	15.19	1.70	120.0	105.0	15.0
necanan	v1	19	291	194	17.40	2.10	174.5	153.5	21.0
necanan	v1	20	300	168	15.50	1.95	120.0	109.0	11.0
necanan	v1	21	272	183	14.69	2.10	125.5	107.5	18.0
necanan	v1	22	255	119	17.75	1.98	159.5	141.5	18.0
necanan	v1	23	250	153	16.50	1.70	129.5	109.5	20.0
necanan	v1	24	309	177	13.60	2.10	114.0	99.0	15.0

necanan	v1	25	275	170	15.12	2.00	161.0	141.0	20.0
necanan	v1	26	268	179	16.05	1.90	149.0	134.5	14.5
necanan	v1	27	248	170	14.50	2.08	138.0	122.0	16.0
necanan	v1	28	296	189	14.10	2.10	122.0	106.0	16.0
necanan	v1	29	310	176	15.58	2.08	158.5	138.5	20.0
necanan	v1	30	263	139	12.10	2.06	139.0	119.0	20.0
necanan	v1	31	310	225	14.66	1.98	115.0	99.5	15.5
necanan	v1	32	283	172	13.00	2.18	122.0	109.5	12.5
necanan	v1	33	316	203	16.10	2.30	149.5	127.5	22.0
necanan	v1	34	275	169	17.10	2.00	167.0	145.5	21.5
necanan	v1	35	275	173	14.05	2.26	129.0	111.0	18.0
necanan	v1	36	284	137	12.90	1.70	120.0	111.0	9.0
necanan	v1	37	321	178	12.10	2.30	138.5	121.0	17.5
necanan	v1	38	255	187	11.80	1.60	124.0	115.0	9.0
necanan	v1	39	277	182	12.70	2.02	133.0	123.5	9.5
necanan	v1	40	325	213	15.70	2.50	178.0	150.0	28.0

	Variedad	Planta	Altura de planta	Altura de mazorca 1	Longitud de tusa	Diámetro de tusa	Peso seco de mazorca	Peso seco de grano / mazorca	Peso seco de tusa
			cm	cm	cm	cm	g	g	g
	V	P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
pmv_581	v2	1	280	170	15.72	1.92	131.5	116.5	15.0
pmv_581	v2	2	323	202	15.60	1.70	123.0	110.0	13.0
pmv_581	v2	3	273	170	15.00	2.70	131.0	105.5	25.5
pmv_581	v2	4	271	180	16.29	1.50	104.0	93.0	11.0
pmv_581	v2	5	310	182	17.00	2.00	136.5	120.5	16.0
pmv_581	v2	6	220	160	16.60	1.85	146.0	129.5	16.5
pmv_581	v2	7	332	222	16.75	1.80	114.0	101.0	13.0
pmv_581	v2	8	293	169	14.20	1.86	113.5	102.0	11.5
pmv_581	v2	9	305	220	16.45	1.89	151.0	136.5	14.5
pmv_581	v2	10	270	171	12.55	1.96	126.0	109.5	16.5
pmv_581	v2	11	297	148	15.10	2.72	180.5	160.0	20.5
pmv_581	v2	12	261	130	16.86	2.50	186.0	162.5	23.5
pmv_581	v2	13	287	145	20.00	1.79	159.5	142.5	17.0
pmv_581	v2	14	284	150	19.42	1.50	81.0	75.0	6.0
pmv_581	v2	15	309	188	14.88	2.62	193.0	167.0	26.0
pmv_581	v2	16	254	148	17.20	2.24	134.5	113.5	21.0
pmv_581	v2	17	298	186	19.20	2.60	203.5	172.5	31.0
pmv_581	v2	18	306	187	18.67	2.34	149.0	123.5	25.5
pmv_581	v2	19	338	220	16.30	2.12	116.5	102.5	14.0
pmv_581	v2	20	300	207	18.18	2.12	136.5	117.0	19.5
pmv_581	v2	21	250	129	16.27	2.40	172.0	138.0	34.0
pmv_581	v2	22	268	174	17.45	2.34	171.5	140.0	31.5
pmv_581	v2	23	299	189	16.69	2.00	162.0	137.5	24.5

pmv_581	v2	24	273	192	14.70	2.20	118.0	100.0	18.0
pmv_581	v2	25	299	206	13.40	1.82	124.0	110.5	13.5
pmv_581	v2	26	286	194	15.20	1.90	126.0	111.5	14.5
pmv_581	v2	27	320	210	15.70	2.36	168.0	147.5	20.5
pmv_581	v2	28	289	178	14.30	2.28	143.0	125.0	18.0
pmv_581	v2	29	263	185	16.59	1.80	166.0	152.0	14.0
pmv_581	v2	30	219	145	14.30	2.20	104.0	92.0	12.0
pmv_581	v2	31	285	184	14.70	1.70	131.0	118.5	12.5
pmv_581	v2	32	282	175	18.60	1.70	144.0	127.5	16.5
pmv_581	v2	33	300	160	15.10	1.94	134.0	122.0	12.0
pmv_581	v2	34	283	183	17.00	2.00	144.0	125.0	19.0
pmv_581	v2	35	310	173	15.70	2.18	152.5	134.5	18.0
pmv_581	v2	36	306	216	14.90	2.00	142.0	125.5	16.5
pmv_581	v2	37	294	174	13.60	2.00	111.0	94.5	16.5
pmv_581	v2	38	266	175	19.30	1.92	162.0	143.0	19.0
pmv_581	v2	39	311	187	17.00	1.90	113.5	97.0	16.5
pmv_581	v2	40	308	200	18.00	2.30	177.0	150.0	27.0

	Variedad	Planta	Altura de planta	Altura de mazorca 1	Longitud de tusa	Diámetro de tusa	Peso seco de mazorca	Peso seco de grano / mazorca	Peso seco de tusa
			cm	cm	cm	cm	g	g	g
	V	P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
arequip	v3	1	248	174	15.11	2.39	171.0	152.0	19.0
arequip	v3	2	290	173	18.96	1.72	134.5	117.5	17.0
arequip	v3	3	310	219	15.49	2.09	152.5	136.5	16.0
arequip	v3	4	318	187	15.69	2.10	152.5	134.0	18.5
arequip	v3	5	265	171	14.49	2.15	150.5	134.5	16.0
arequip	v3	6	292	156	14.71	2.44	180.0	157.0	23.0
arequip	v3	7	310	193	15.90	1.89	130.5	114.0	16.5
arequip	v3	8	245	158	17.20	1.60	145.0	125.5	19.5
arequip	v3	9	285	160	19.40	2.15	173.5	154.5	19.0
arequip	v3	10	304	155	16.30	1.79	103.5	87.5	16.0
arequip	v3	11	297	183	16.99	2.24	138.0	110.0	28.0
arequip	v3	12	300	165	13.39	1.40	91.5	80.5	11.0
arequip	v3	13	306	198	15.90	2.16	188.0	170.0	18.0
arequip	v3	14	273	137	17.10	2.20	159.5	145.5	14.0
arequip	v3	15	277	171	17.10	1.96	177.0	162.0	15.0
arequip	v3	16	309	156	16.88	2.20	150.5	127.5	23.0
arequip	v3	17	288	185	15.70	2.00	133.0	116.0	17.0
arequip	v3	18	297	212	15.99	1.90	143.5	129.5	14.0
arequip	v3	19	242	142	16.56	2.36	177.0	155.0	22.0
arequip	v3	20	245	180	16.40	2.28	163.0	141.5	21.5

arequip	v3	21	216	129	15.20	2.20	150.5	125.0	25.5
arequip	v3	22	260	174	15.48	1.88	189.0	171.5	17.5
arequip	v3	23	267	189	14.15	2.90	154.5	135.5	19.0
arequip	v3	24	233	192	16.12	2.30	167.0	145.0	22.0
arequip	v3	25	284	206	14.78	1.70	124.5	112.5	12.0
arequip	v3	26	260	194	12.70	2.10	136.0	118.5	17.5
arequip	v3	27	277	210	16.89	1.95	179.5	162.0	17.5
arequip	v3	28	267	178	16.70	2.10	166.0	144.5	21.5
arequip	v3	29	284	185	13.00	2.00	123.0	111.0	12.0
arequip	v3	30	239	145	15.18	2.00	159.0	140.0	19.0
arequip	v3	31	274	174	15.30	2.00	136.0	108.0	28.0
arequip	v3	32	324	190	12.50	1.66	69.0	58.0	11.0
arequip	v3	33	290	178	17.68	2.00	146.0	128.0	18.0
arequip	v3	34	298	159	17.10	2.70	177.5	163.5	14.0
arequip	v3	35	267	161	15.09	1.98	134.0	119.0	15.0
arequip	v3	36	293	180	11.64	1.70	100.0	77.0	23.0
arequip	v3	37	313	183	15.90	1.90	135.0	118.0	17.0
arequip	v3	38	287	150	15.90	2.20	169.5	155.5	14.0
arequip	v3	39	278	158	18.60	2.20	186.5	164.5	22.0
arequip	v3	40	287	202	15.20	1.85	125.5	104.5	21.0

## ÁLBUM FOTOGRAFICO



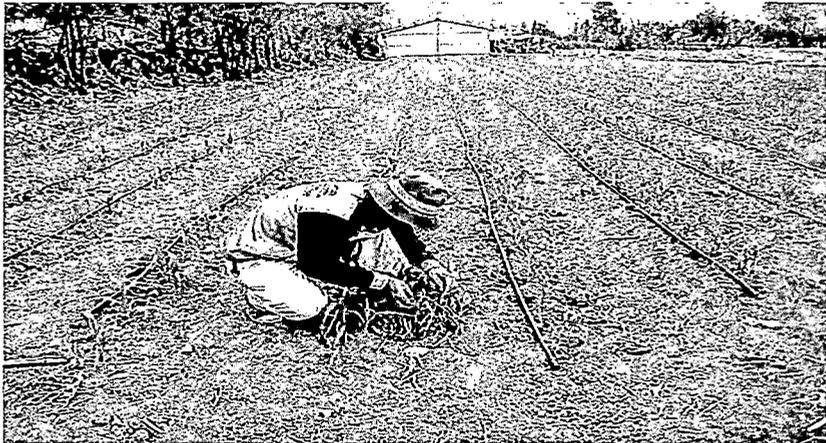
Campo experimental



Instalación de riego por goteo



Suministro de agua por riego por goteo



Desahije



Abonamiento

BIBLIOTECA E INFORMACION  
CULTURAL  
U.N.S.C.F.F.



Aporque



Control de fitosanitario



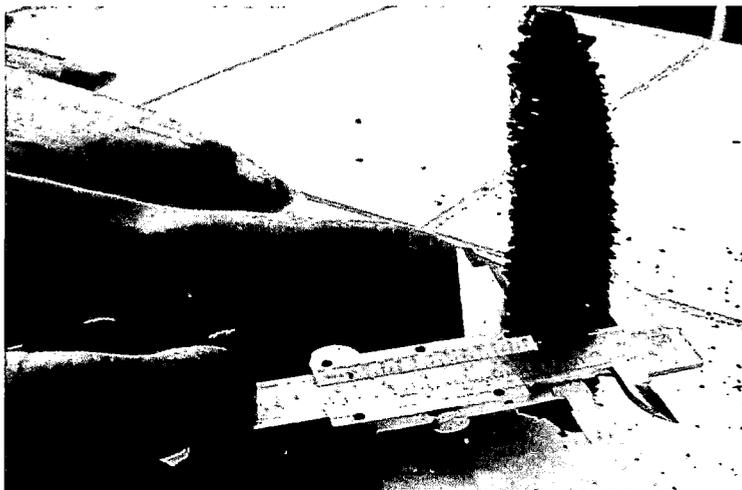
Selección de plantas para el estudio



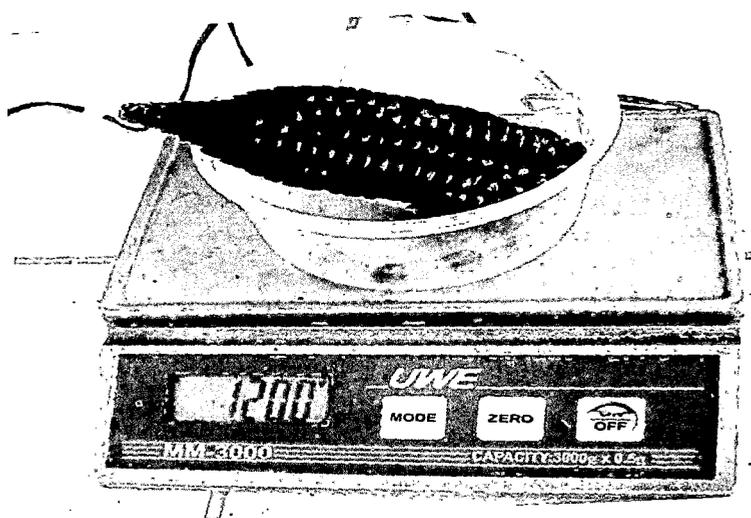
Despalcado



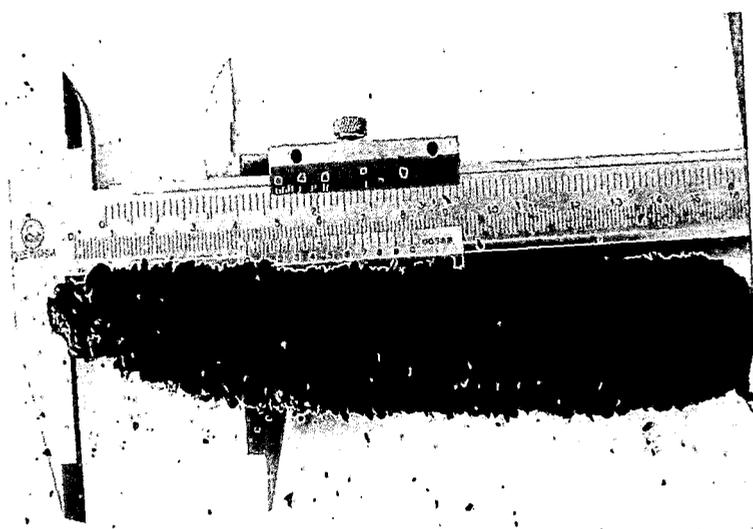
Secado



Medición de diámetro



Peso de mazorca



Longitud de tusa