

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Sexto ciclo de selección masal estratificada de un compuesto de
maíz morado (*Zea mays*) Canaán, 2750 msnm - Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Alex Mariano Chipana Vilca

ASESOR:

Ing. Edgar Tenorio Mancilla

Ayacucho - Perú

2022

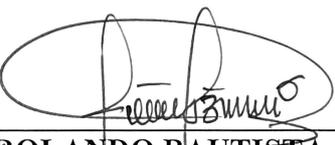
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
TESIS

Sexto ciclo de selección masal estratificada de un compuesto de maíz morado (*Zea mays*) Canaán, 2750 msnm –Ayacucho

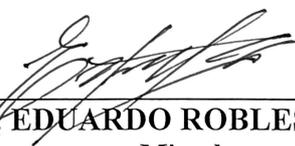
Expedito : 19 de octubre de 2021
Sustentado : 28 de diciembre de 2022
Calificación : Bueno
Jurados :



Dr. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Presidente



Dr. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ
Miembro



Ing. EDUARDO ROBLES GARCÍA
Miembro



Ing. EDGAR TENORIO MANCILLA
Asesor

*A Dios por darme la vida y derramar su
bendición sobre mi familia*

*A mis padres por su apoyo permanente e incondicional y a
mis hermanos por su comprensión y compartir momentos
gratos.*

*A mi esposa por su amor incondicional y darme
dos hermosas princesas, quienes alegran nuestro
hogar*

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1 Maíz morado (<i>Zea mays</i> L.)	4
1.2 Origen y distribución	4
1.3 Taxonomía	5
1.4 Sistema de reproducción.....	6
1.5 Morfología de la planta.....	7
1.5.1 Raíz.....	7
1.5.2 Tallo.....	7
1.5.3 Hoja.....	8
1.5.4 Inflorescencia.....	8
1.5.5 Flores.....	8
1.5.6 Fruto.....	9
1.6 Fases fenológicas del maíz	9
1.6.1 Estado de desarrollo vegetativo	10
1.6.2 Estado de desarrollo reproductivo	11
1.7 Razas y variedades de maíz morado	13
1.7.2 Variedades.. ..	14
1.7.3 Variedades mejoradas de maíz morado	14
1.8 Exigencias agroecológicas del cultivo.....	15

1.8.1 Exigencias climáticas.....	15
1.8.2 Exigencias edafológicas.....	16
1.8.3 Exigencias hídricas	17
1.8.4 Exigencias agronómicas	17
1.9 Características del maíz morado	21
1.9.1. Color del maíz morado	22
1.9.2. Coronta del maíz morado.....	22
1.10. Composición química del maíz morado	22
1.11. Usos y beneficios del maíz morado	24
1.11.1 Usos.....	24
1.11.2 Beneficios.....	25
1.12 Mejoramiento genético	25
1.12.1 Mejoramiento por selección	27
1.12.2 Mejoramiento por selección masal	28
1.12.3 Estimado de los componentes genéticos del maíz.....	32
1.13 Genética del maíz morado	33
1.13.1 Características genéticas del maíz morado	33
1.14 Manejo agronómico del maíz morado	34
1.14.1 Selección del terreno.....	34
1.14.2 Preparación del terreno	34
1.14.3 Abonamiento y fertilización	34
1.14.4 Elección de la semilla	35
1.14.5 Siembra.....	35
1.14.6 Riego.....	35
1.14.7. Control de malezas	35
1.14.8 Desahije.....	36

1.14.9 Aporque.....	36
1.14.10 Control de plagas y enfermedades	36
1.14.11 Cosecha.....	37
1.14.12 Secado.....	38
1.14.13 Almacenamiento.....	38
1.14.14 Comercialización.....	39
1.15 Rendimiento, caracteres de planta y mazorca.....	39
1.16 Exportación del maíz morado	40
CAPÍTULO II	41
METODOLOGÍA	41
2.1 Ubicación del experimento	41
2.2 Condiciones ecológicas	41
2.3 Características físico químicas del suelo	41
2.4 Características del clima	42
2.5 Material genético empleado.....	46
2.6 Descripción del campo experimental.....	47
2.6.1 Características del campo experimental	47
2.6.2 Características de la unidad experimental (UE)	49
2.7 Recursos disponibles	50
2.8 Instalación y conducción del ensayo	50
2.8.1 Preparación del terreno	50
2.8.2 Surcado.....	50
2.8.3 Demarcación y estacado del terreno	50
2.8.4 Siembra.....	51
2.8.5 Abonamiento.....	51
2.8.6 Riego.....	51

2.8.7 Desahije.....	51
2.8.8 Deshierbo.....	51
2.8.9 Aporque.....	52
2.8.10 Control de plagas y enfermedades.....	52
2.8.11 Cosecha y despanque.....	52
2.8.12 Secado.....	52
2.8.13 Almacenamiento.....	53
2.9 Parámetros de evaluación.....	53
2.9.1 Rendimiento de grano por mazorca.....	53
2.9.2 Longitud de la mazorca.....	53
2.9.3 Diámetro de la mazorca.....	53
2.9.4 Número de hileras por mazorca.....	54
2.9.5 Peso de 1000 semillas.....	54
2.9.6 Diámetro de la tusa.....	54
2.9.7 Peso de la mazorca.....	54
2.9.8 Peso de grano/mazorca.....	54
2.9.9 Peso de tusa/ mazorca.....	54
2.10 Evaluación estadística.....	54
2.11 Análisis genético.....	55
CAPÍTULO III.....	57
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	57
3.1 Selección de genotipos superiores.....	57
3.1.1 Variación de caracteres entre y dentro de parcelas.....	57
3.1.2 Componentes de variancia, heredabilidad y selección.....	60
3.2 Relación peso mazorca con caracteres de mazorca.....	63
3.3 Asociación entre caracteres.....	67

CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Estado de desarrollo o fases fenológicas del maíz.....	9
Tabla 1.2 Dimensiones de la mazorca y granos de maíz morado.....	22
Tabla 1.3 Valor Nutricional del maíz morado.....	22
Tabla 1.4 Composición química del maíz morado INIA-615 Negro Canaán (Contenido en 100 gramos).....	23
Tabla 1.5. Comparaciones de la composición química de maíz morado PMV-581, INIA-615 Negro Canaán, INIA-601 Negro Cajamarca.....	23
Tabla 1.6 Porcentaje de antocianinas en el grano y la coronta del maíz morado.....	24
Tabla 1.7. Plagas de importancia en el cultivo de maíz.....	37
Tabla 2.1 Análisis físico químico del suelo del Centro Experimental Canaán- UNSCH, 2750 msnm - Ayacucho, 2018.....	42
Tabla 2.2 Datos climatológicos correspondiente a la campaña agrícola 2018 – 2019 de la estación meteorológica de IINIA, Ayacucho.....	44
Tabla 2.3 Características del compuesto de maíz morado.....	46
Tabla 3.1 Cuadrados medios de ocho caracteres de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) del sexto ciclo de selección masal estratificada de un compuesto. Canaán 2750 msnm, Ayacucho.....	59
Tabla 3.2 Componentes de variancia, heredabilidad y selección de ocho caracteres de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) del sexto ciclo de selección masal estratificada de un compuesto. Canaán 2750 msnm, Ayacucho.....	62
Tabla 3.3 Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise del peso de mazorca sobre longitud de mazorca y diámetro de mazorca en maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho.....	63
Tabla 3.4 Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple del peso de mazorca sobre la longitud de mazorca y diámetro de mazorca en maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho.....	63

Tabla 3.5 Resumen de selección de Stepwise con las variables diámetro de mazorca y longitud de mazorca en maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho.....	64
Tabla 3.6 Peso de mazorca (g) de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) para valores diferentes de longitud de mazorca y diámetro de mazorca. Canaán 2750 msnm, Ayacucho.....	65
Tabla 3.7 Coeficientes de correlación entre caracteres de mazorca de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama ombrotérmico T° vs PP y balance hídrico.....	44
Figura 2.2 Croquis del campo experimenta.....	48
Figura 2.3 Croquis de la unidad experimental.....	49
Figura 3.4 Regresión de peso de mazorca (g) de maíz morado (Zea mays L.) sobre longitud de mazorca y diámetro de mazorca. Canaán 2750 msnm, Ayacucho.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Caracteres de mazorcas de maíz morado del sexto ciclo de selección masal estratificado.....	76
Anexo 2: Panel fotográfico.....	89

RESUMEN

Se evaluaron variables de productividad de la mazorca de maíz morado, con el objetivo de determinar los componentes de variancia y heredabilidad, obtenidos mediante selección masal estratificada, para mejorar la base genética y el rendimiento de mazorca en una población de maíz morado del sexto ciclo. El campo experimental estuvo distribuido en 60 unidades experimentales, cada parcela de 3 surcos de 10 metros de largo y 0.80 metros entre surcos. Los caracteres de mazorca se evaluaron en 10 plantas seleccionadas. Para el análisis de los resultados se utilizó la metodología de selección masal estratificada. La ganancia por selección en los caracteres de: Longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de tuza, hileras por mazorca, peso de 1000 semillas, peso de mazorca, peso de grano y peso de tuza fueron 0.360 cm, 0.986 mm, 0.486 mm, 0.628, 0.450 g, 12.796 g, 10.802 g y 1.912 g respectivamente; la heredabilidad para la longitud de mazorca fue 97.4%, diámetro de mazorca 100%, diámetro de tusa 95.6%, hileras por mazorca 100%, peso de 1000 semillas 97.7%, peso de mazorca 100%, peso de grano 100% y peso de tusa 95.9%; estos valores son considerados altos y favorables para la selección; La variación del peso de mazorca, está relacionada con alta significación estadística sobre la longitud de mazorca y diámetro de mazorca por lo que se demuestra que por cada centímetro de incremento de longitud de mazorca el peso de mazorca se incrementa en 6.120 g, y por cada milímetro de incremento en el diámetro de mazorca el peso de mazorca se incrementa en 2.435 g.

Palabras clave: Selección masal, maíz morado, varianza y heredabilidad.

INTRODUCCIÓN

El Maíz (*Zea mays* L.) es originario de América, el maíz morado es caracterizado por sus granos de pericarpio morada y alto contenido de almidón en el endospermo cuya tusa o coronta posee como materia colorante a las antocianinas que son usadas por la industria alimentaria mundial.

“El Perú goza de condiciones geográficas y climáticas propicias para el cultivo de maíz morado y es uno de los principales productores y exportadores mundiales de maíz morado” Sierra Exportadora (2013)

“El maíz fue mejorado por el hombre mediante selección masal efectuada a través de un largo tiempo. La siembra en ambientes diversos dio lugar a la amplia variabilidad genética que ahora existe en esta especie” García (2002).

“El mejoramiento genético de poblaciones permite generar variedades mejoradas de polinización libre, recomendables para agricultores que no cuentan con los recursos económicos para adquirir semilla mejorada cada año”, Hallauer y Miranda (1981); “las plantas de estas poblaciones con alelos favorables al recombinarse producen genotipos superiores. El incremento de los caracteres de importancia económica que se logre en cada ciclo de selección estará en función de la variabilidad genética de la población bajo mejoramiento. Tal variabilidad puede analizarse para estimar los parámetros genéticos de la población”. “La estimación de dichos parámetros es importante cuando la población se ha sometido a un proceso continuo de selección y se desea saber que tan efectiva ha sido ésta en producir cambios favorables en ella” Vargas (1982).

“El efecto de la selección incide directamente en las frecuencias génicas de la población, por lo que las varianzas genéticas sufren cambios que dependen del tipo de acción génica predominante. Como resultado, esas varianzas se aproximan a cero cuando las frecuencias de los genes favorables para la expresión de un carácter se aproximan a la unidad”. Vargas (1982).

El productor busca permanentemente semillas mejoradas con el propósito de incrementar la productividad y mejorar el contenido de antocianina con el propósito de mejorar la calidad de las mazorcas. Entonces, se plantea la necesidad de realizar la selección de variedades locales que pueden llevarse a cabo por intermedio de diversos procedimientos de mejoramiento genético de selección de poblaciones de libre polinización. Las variedades mejoradas suelen poseer mayor vigor, en consecuencia, tener mayor capacidad de producir un rendimiento más alto debido a una utilización eficiente de los elementos nutritivos proporcionados a través de la fertilización. Por ser cultivo anual existe grandes posibilidades para incrementar las áreas de producción de maíz morado, por parte de los productores de maíz morado, que podrán encontrar en este cultivo una segura y atractiva fuente de mayores ingresos por tratarse de un producto que posee bondades neutraceuticas. Por lo tanto, el presente trabajo posee los siguientes objetivos:

1. Seleccionar genotipos superiores en una mezcla de maíz morado de libre polinización, mediante los estimadores de componentes de variancia y heredabilidad con fines de mejoramiento genético.
2. Evaluar caracteres cuantitativos de rendimiento en una población de maíz morado de libre polinización con fines de mejoramiento.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Maíz morado (*Zea mays* L.)

El maíz morado constituye una de las muchas variedades de la especie *Zea mays* L. Este maíz recibe la denominación de "morado" cuando el pericarpio, las glumas y la tusa o coronta presentan un color muy oscuro, casi negro, por la acumulación de pigmentos antociánicos, que son utilizados desde la antigüedad en el Perú para colorear la chicha y la mazamorra morada. En la actualidad el pigmento antociánico del maíz morado es requerida por la industria alimentaria y farmacéutica, que en los últimos años ha generado un gran interés por la línea de los colorantes y productos naturales, sobre todo en los países desarrollados, donde se restringe el uso de colorantes artificiales

Existen diferentes variedades de maíz morado todas derivadas de una línea más ancestral denominada "Kculli" aún cultivada en Perú, Bolivia y Argentina.

1.2 Origen y distribución

“El maíz (*Zea mays* L.) es una planta originaria de América, constituyó uno de los principales alimentos de las numerosas tribus indígenas en la época precolombina”, (Arroyo et al, 2008).

Bride citado por Manrique (1997), afirma que “el origen del maíz morado es muy remoto y se cultiva en el Perú desde épocas precolombinas, y que es nativo de las alturas de México o América Central”.

El maíz era desconocido por los europeos hasta 1492 (López, 1991), “mencionado por Justiniano, 2010). Según las crónicas, los hombres de Colon lo descubrieron el 6 de noviembre de 1492, cuando exploraron la isla de Cuba, y encontraron un grano que llamaban Ma-Hiz (vocablo Taino). Este era cultivado desde Canadá hasta la Patagonia, constituyendo el alimento básico de las civilizaciones Aztecas, Mayas e Inca. En los Andes la representación

del maíz está presente prácticamente en todas las culturas y casi siempre en un contexto religioso”

Llanos (1984), afirma que, 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*”

Quispe (2011), “menciona que el maíz morado se cultiva principalmente en los departamentos de Cajamarca, Ayacucho, Ancash, Lima y Arequipa con semillas obtenidas de diversas procedencias; mercado central de la Parada en Lima, mercados locales, tiendas de la localidad, semillas obtenidas de Asociaciones de productores de semilla la Universidad Nacional Agraria” La Molina (UNALM) o del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).

1.3 Taxonomía

Cronquist (1988) afirma que el maíz (*Zea mays* L), tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Subclase	:	Commelinidae
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Subfamilia	:	Panicoideae
Género	:	<i>Zea</i>
Especie	:	<i>Zea mays</i> L.
Nombre común:		Maíz morado

1.4 Sistema de reproducción

Poehlman y Allen (2003), refiere que el maíz es una especie diploide cuyo número cromosómico es $2n = 2x = 20$, y ha sido objeto del estudio genético y citogenético más intenso que cualquier otra especie cultivada. La planta de maíz posee estructuras florales monoicas; las flores estaminadas se forman en la “espiga” (panoja) y las pistiladas en un brote a la mitad del tallo. La polinización se lleva a cabo al transferirse polen viable o fértil de las flores estaminadas de la panoja a los larguissimos estigmas, los órganos receptores de polen de las flores pistiladas. El viento es el principal agente polinizador en la polinización libre o no controlada de la planta de maíz. Normalmente, casi el 95% de los óvulos de un brote son fecundados mediante polinización cruzada, y el 5% restante por autofecundación. La mayor parte del polen que poliniza a una mazorca de maíz proviene de plantas más próximas, si bien el polen puede ser transportado por el viento a grandes distancias. No es raro observar a veces granos de color amarillo en las mazorcas de maíz blanco, aun cuando el campo más próximo de maíz amarillo del cual pudo originarse el polen se localice a un kilómetro de distancia

El tallo principal de la planta de maíz termina en una panoja (“espiga”) que posee espiguillas estaminadas conformadas por dos flores, cada una de las cuales tiene tres anteras. Conforme las flores de la panoja se abren, unos filamentos que se alargan llevan al exterior de la flor a las anteras, que liberan granos de polen. Una sola panoja de una planta normal puede producir 25 millones de granos de polen, o un promedio de más de 25000 por cada grano de una mazorca de maíz. La liberación del polen comienza por lo general de uno a tres días antes de que los estigmas emerjan de los brotes de la misma planta y continúa durante tres a cuatro días después de que los estigmas se hacen receptivos al polen. Las temperaturas superiores a 35°C durante el periodo de polinización matan al polen. Considerando el gran número de granos de polen producidos, la producción de semilla normalmente no resulta afectada si sobrevive el 10% de éstas. En el vivero de reproducción, donde el suministro de polen podría estar limitado, las altas temperaturas disminuyen considerablemente la producción de semilla

Las inflorescencias femeninas o mazorcas jóvenes nacen como ramas a partir de nudos localizados aproximadamente a la mitad del tallo. Cada brote consta de una extremidad de la cual nacen las brácteas foliáceas y termina en el olote, en el que se disponen las flores pistiladas. Las espiguillas aparecen en pares, y cada una posee normalmente un óvulo fértil y otro estéril, lo cual da como resultado un igual número de hileras de granos en la mazorca. La fecundación del segundo óvulo produce hileras atestadas e irregulares de granos en la

mazorca. Los estigmas están unidos al ápice del ovario; funcionan como estigma y como estilo y son capaces de recibir al polen en toda su longitud. La fecundación del óvulo ocurre por lo general dentro de las primeras 12 a 24 horas después de que los estigmas han sido polinizados. La sequía intensa retrasa la salida de los brotes, lo que combinado con la terminación temprana del derrame del polen resulta en la falta de formación de semilla y la producción de mazorcas carentes completa o parcialmente de granos

1.5 Morfología de la planta

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

1.5.1 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 coleóptilo 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”

Llanos (1984), refiere 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

1.5.2 Tallo

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

1.5.3 Hoja

Puma (1998), afirma 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” 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”

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

1.5.4 Inflorescencia

Llanos (1984), considera que, “el maíz es una planta monoica; es decir lleva en cada pío de planta flores masculinos y femeninas. Las flores masculinas se agrupan en una panícula (penachos o pendones) terminal, y las femeninas se reúnen en varias espigas (panojas o mazorcas) que nacen de las axilas de las hojas del tercio medio de la planta”

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 granos 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 granos de polen, alrededor de los 800 a 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se dispone de forma lateral

1.5.5 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

1.5.6 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 una carióspside formada 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 quedan agrupadas formando hileras alrededor de un eje grueso

1.6 Fases fenológicas del maíz

El desarrollo fenológico del maíz es el ritmo de crecimiento vegetativo y reproductivo expresado en función a los cambios morfológicos y fisiológicos de la planta, relacionados con el ambiente.

Hanway (1993), “Divide la fenología de la planta de maíz en estados de desarrollo vegetativo (V) y estado de desarrollo reproductivo (R), donde a cada estado de desarrollo lo subdivide en diferentes etapas”:

Tabla 1.1. Estado de desarrollo o fases fenológicas del maíz

Estado vegetativo	Estado reproductivo
VE - Emergencia	R1-Floración femenina
V1 -Primera hoja	R2-Grano perlita
V2 - Segunda hoja	R3-Grano lechoso
V3 - Tercera hoja	R4-Grano masoso
V6 - Sexta hoja	R5-Grano dentado
V9 - Novena hoja	R6-Madurez fisiológica
V12- Duodécima hoja	
V15- Décima quinta hoja	

1.6.1 Estado de desarrollo vegetativo

Hanway (1993). Señala que “se da desde la siembra hasta antes de que aparezcan las estructuras reproductivas, cuando empieza a visualizarse la espiga del maíz (flor masculina)”

1.6.1.1 Emergencia (VE). La emergencia del maíz morado se da inicio con la aparición de la raíz seminal y la elongación del coleoptilo, donde el punto de crecimiento es por debajo del suelo

En este momento el punto de crecimiento de la planta es de 2,5 - 3,8 centímetros, por debajo de la superficie del suelo y está localizado por encima del mesocotilo, y las hojas embrionarias se desarrollan rápidamente; luego crece a través del ápice del coleoptilo y continúa desarrollándose la parte aérea de la planta

1.6.1.2 Dos Hojas Desplegadas (V2). Esta etapa comienza cuando las dos hojas primarias de la planta están totalmente desplegadas

En el estado de V3, los pelos radiculares crecen desde las raíces nodales y virtualmente cesa el crecimiento del sistema radicular seminal. En este estado se desarrollan todas las hojas y brotes de la mazorca que crecen en la planta

1.6.1.3 Cuatro Hojas Desplegada (V4). Se da cuando la planta presenta cuatro hojas verdaderas completamente desplegadas y en forma alterna. En este estado el ápice del tallo se encuentra por debajo del suelo. En el estado V4 se forma todas las hojas y se da inicio a la diferenciación floral; y casi en el estado V5 se completa la formación de todas las hojas e inicia el crecimiento del brote de la futura mazorca; también inicia el desarrollo de la floración masculina microscópicamente visible en la punta del ápice del tallo

1.6.1.4 Seis Hojas Desplegadas (V6). Esta fase inicia cuando las seis hojas de la planta se encuentran completamente desplegadas. En este estado se puede observar que el punto de crecimiento y la floración masculina está por encima de la superficie del suelo. En esta etapa el tallo inicia un periodo de mayor crecimiento o crecimiento acelerado. Por debajo del suelo el sistema radicular nodal es ahora el principal sistema radicular en funcionamiento con grupos de raíces que se desarrollan de tres a cuatros nodos más bajos del tallo

1.6.1.5 Ocho Hojas Desplegadas (V8). Esta etapa inicia cuando la octava hoja se encuentra completamente desplegada, en este estado ya se observa la degradación y pérdida de las dos hojas más pequeñas del inferior de la planta. En el estado V8 continua el crecimiento acelerado, a la vez comienza a desarrollarse la floración masculina y el brote de la mazorca

1.6.1.6 Diez Hojas Desplegadas (V10). Inicia cuando la planta presenta la décima hoja desplegada, la planta comienza un rápido incremento en la acumulación de materia seca que continuará hasta la etapa reproductiva avanzada. Se requieren altas cantidades de nutrientes y agua del suelo para cumplir con la demanda

1.6.1.7 Doce Hojas Desplegadas (V12). Esta etapa ocurre cuando la duodécima hoja se encuentra completamente desplegada. En este estado los brotes de la mazorca comienzan a desarrollarse en cada nodo de la planta protegido de las vainas de las hojas. El número de óvulos (potencial gránulos), de cada mazorca y el tamaño de la mazorca se determina en el estado V12

1.6.1.8 Catorce Hojas Desplegadas (V14). Esta fase inicia cuando la planta presenta su hoja número catorce totalmente desplegada. En este estado la planta se encuentra alejado 16 días promedios de la floración femenina, y se puede observar que el desarrollo de la mazorca superior es mayor que las mazorcas inferiores. En el estado de V15, el maíz está alejado 10-12 días aproximadas de la floración femenina. Este estado es el principio del periodo más crucial de desarrollo de la planta en términos de determinación de rendimiento

1.6.1.9 Dieciséis Hojas Desplegadas (V16). Esta etapa se da cuando la rama final de la planta comienza a desplegarse, en esta fase las mazorcas comienzan con un crecimiento acelerado, a la vez los estigmas comienzan a desarrollarse desde la base de la mazorca. La punta de la floración masculina puede ser visible en la fase de V17

1.6.1.10 Floración masculina (VT). Inicia cuando la rama final de la floración masculina es completamente visible y los estigmas de la floración femenina aún no han emergido. El VT inicia a los 2 - 3 días después de la emergencia de la floración femenina, durante ese tiempo la planta de maíz casi alcanzará su altura total y comienza el desprendimiento del polen

1.6.2 Estado de desarrollo reproductivo

El estado de desarrollo reproductivo inicia cuando se visualiza la espiga del maíz y termina hasta la madurez fisiológica del cultivo

1.6.2.1 Floración femenina (R1). Inicia cuando la floración femenina es visible fuera de las mazorcas. La polinización ocurre cuando los granos de polen caí por esas nuevas floraciones femeninas húmedas. En este estado (R1) se da inicio del desarrollo reproductivo haciendo su aparición los estigmas de la mazorca, donde es necesario de 2 - 3 días para que todas las floraciones femeninas de una mazorca sean expuestas y polinizadas, dónde ocurre la fertilización del óvulo y el óvulo se convierte en grano

1.6.2.2 Estado de Grano perlita (R2). Inicia cuando el raquis de la espiga (coronta), y el pedúnculo se encuentra bien desarrollado, a la vez se observa que el estigma o floración femenina toma una coloración de color marrón. En esta fase se observa el inicio de la acumulación del almidón en el endospermo y el incremento de tamaño de los granos; que esta fase es el comienzo del rápido incremento en peso del grano y que los granos han comenzado a aumentar rápidamente su peso; y esta acumulación rápida de peso seco continuará hasta el estado de grano dentado

1.6.2.3 Estado de Grano lechoso (R3). Se da cuando los granos de la mazorca muestran el color morado en la parte superior y blanco lechoso en la parte inferior debido a la acumulación de almidón, en este estado se puede observar el desarrollo del embrión. El grano tiene una alta tasa de acumulación de materia seca y casi un 80% de humedad; y las divisiones celulares dentro del endosperma esta esencialmente completo y su crecimiento es principalmente debido a la expansión celular y llenado de las células con almidón

1.6.2.4 Estado de grano masoso o pastoso (R4). Inicia cuando el color de la cáscara del grano llega a obtener un color morado a más de la mitad. En R4 el embrión continúa su desarrollo muy rápidamente, y los granos tienen casi el 70% de humedad y acumulado casi la mitad de su peso seco maduro

1.6.2.5 Estado de grano dentado (R5). Inicia cuando los granos de la mazorca son dentados, en esta etapa la cáscara del grano presenta un color morado casi en su totalidad y los granos comienzan a desecarse desde la parte superior formando una pequeña capa dura

1.6.2.6 Madurez fisiológica (R6). La madurez fisiológica inicia cuando todos los granos de la mazorca han alcanzado su máximo peso seco o máxima acumulación de materia seca. Esta formación negra de la capa ocurre progresivamente desde la punta de los granos de la mazorca a los granos basales en la mazorca. Finalmente, en este estado los granos son duros y

secos, con una coloración de la cáscara morado intenso en su totalidad, en este estado se tiene la máxima acumulación de peso seco

1.7 Razas y variedades de maíz morado

1.7.1 Razas de maíz

Justiniano (2010), “afirma que en el Perú se han identificado un total de 55 razas de maíz y que la raza es un agregado de poblaciones de una especie que tienen en común caracteres morfológicos, fisiológicos y usos específicos. Sin embargo, estas características distintivas no son suficientes para constituir una sub-especie diferente”. En nuestro país, las razas de maíz han sido agrupadas en seis grupos:

1.7.1.1 Razas primitivas. “Se caracterizan por ser precoces y de tipo reventón. Pertenecen a este grupo: 5 Sierra (confite morocho, confite puntiagudo, confite puneño y kully) en Selva (enano)”

1.7.1.2 Razas derivadas de las primitivas. “Razas derivadas de las primitivas como producto de hibridación, selección y aislamiento. Se caracteriza por ser de precocidad media y generalmente amilácea”. Estas son: 20 Costa (mocho, alazán, pagaladroga, rabo de zorro, chapareño, iqueño); Sierra (chullpi, huayleño, paro, morocho, huancavelicano, ancashino, shajatu, piscurunto, cuzco cristalino amarillo, cuzco blanco, granda, uchuquilla); Selva (sabanero, piricinc).

1.7.1.3 Razas de la reciente derivación. Se caracterizan por presentar buen desarrollo del cultivo, mayor rendimiento y por ser generalmente de grano amiláceos. Estas son: 10 Costa (huachano, chancayano); Sierra (San Gerónimo huancavelicano, Cuzco gigante, Arequipeño); Selva (chimlos Maraión).

1.7.1.4 Razas introducidas. Estas razas fueron importadas al Perú, y aunque ya han sufrido intercambio de genes con razas nativas. Estas son: 6 Costa (pardo, arizona, colorado); Selva (alemán, chuncho, cubano yellow).

1.7.1.5 Razas incipientes. Integrado por variedades que se han tipificado en los últimos años y se caracterizan por ser restringidas a algunos valles. Estas son: 12 Costa (jora, coruca, chancayano amarillo, tumbesino, morochillo); Sierra (morado canteño, morocho cajabambino, amarillo Huancabamba, allajara, huarmaca, blanco ayabaca, huanuqueño).

1.7.1.6 Razas no definidas. Es un grupo de razas que tiene una dispersión geográfica limitada y a veces están en una etapa de desarrollo incipiente. Estas son: 2 Sierra (sarco); Selva (perlilla).

1.7.2 Variedades

Hay “diversas variedades de maíz morado, todos ellos provienen de una raza ancestral denominada “Kculli” que todavía se cultiva en el Perú, restos arqueológicos con mazorcas que han encontrado en Ica, Paracas, Nazca y otros lugares de la costa central” (Fopex, 1985 mencionado por Valenzuela, 2014). En el Perú existen muchas variedades de maíz morado. A continuación, se describen a las principales (Manrique 1995):

1.7.2.1 Cuzco Morado. Relacionada a la raza Cuzco Gigante. Es tardía, de granos grandes, dispuestos en mazorcas de 8 hileras muy bien definidas. Se cultiva en diferentes lugares en zonas intermedias de altitud en los departamentos de Cuzco y Apurímac

1.7.2.2 Morado Canteño. Muy similar a la raza Cuzco morado, aunque de menores dimensiones. Se cultiva especialmente en las partes más altas del valle del Chillón, en el departamento de Lima., hasta los 2500 msnm. Es la variedad más consumida en los mercados de Lima

1.7.2.3 Morado de Caráz. Derivada de las razas Ancashino y Alazán. Recibe este nombre porque se cultiva en la localidad de Caraz, en el Callejón de Huaylas, en extensiones relativamente grandes. Es de precocidad intermedia y tiene la ventaja que puede adaptarse también a la costa. Entre las variedades tradicionales es la que muestra mayor capacidad de rendimiento y la que presenta la tusa más pigmentada

1.7.2.4 Arequipeño. Similar al Cuzco Morado, pero más pequeño. La tusa no tiene mucha coloración. Es bastante precoz

1.7.2.5 Negro de Junín. Variedad precoz de grano grande, negro, dispuesto irregularmente en una mazorca corta y redondeada. Se le encuentra en la sierra, centro y sur.

1.7.2.6 Huancavelicano. Se le encuentra en la Sierra Centro y Sur hasta Arequipa, ocupando alturas mayores que otras variedades

1.7.3 Variedades mejoradas de maíz morado

1.7.3.1 PMV – 581. Es una variedad mejorada por la UNALM, “obtenida a través de la variedad Morado de Caraz, adaptada a la costa y sierra, con resistencia a roya y cercospora.

Su periodo vegetativo es intermedio, con mazorcas medianas de 15 a 20 cm, alargadas con alto contenido de pigmento y un potencial de rendimiento de 6 t/ha” (Manrique, 1997).

1.7.3.2 PMV – 582. “Variedad mejorada por la Universidad Nacional Agraria La Molina, adaptada a la sierra alta. Las plantas son de tamaño intermedio, mazorcas medianas, con alto contenido de antocianinas y un potencial de rendimiento de 4 t/ha” (Manrique,1997).

1.7.3.3 INIA- 615 Negro Canaán. “Variedad mejorada por el INIA, producto del trabajo de mejoramiento por selección recurrente de medios hermanos a partir de 36 colecciones de cultivares de la raza Kulli realizados durante nueve ciclos. Los progenitores femeninos fueron las variedades locales Negro Kully y Morado y los progenitores masculinos un compuesto balanceado de tres variedades (Negro, Kully y Morado) (INIA, 2007).

1.7.3.4 INIA - 601 (INIA Negro Cajamarca). “Originada en la Subestación Experimental Cajabamba del INIA. La población "NEGRO" se formó con 256 progenies: 108 de la variedad Morado Caráz y 148 progenies de la variedad local Negro de Parubamba”

1.8 Exigencias agroecológicas del cultivo

1.8.1 Exigencias climáticas

El maíz morado se adapta a diversos climas de la costa y sierra del Perú, la existencia de diferentes variedades le permiten esta gran dispersión de área. En cualquier ambiente donde se cultive, es favorecido en su desarrollo y rendimiento por climas preferentemente secos, con temperaturas moderadas (Sevilla y Valdez, 1985).

Manrique (1997), indica que “el maíz morado se adapta a las condiciones de sierra media que comprende las laderas, valles y mesetas localizadas entre los 1,800 a 2,800 msnm, con temperaturas medias anuales de 12° a 20°C y con una precipitación media anual de 500 a 1000 mm”. Risco (2007), señala que “la temperatura en la región Ayacucho oscila entre 18 y 23°C; la época lluviosa se presenta entre los meses de noviembre y marzo; entre los meses de junio a julio la temperatura desciende con presencia de constantes heladas, lo que es un riesgo para los cultivos que están en terrenos abiertos (sin cercos vivos), debido a este factor condicionante en las localidades ubicadas en la sierra siembran a partir de agosto hasta octubre”. “En la costa siembran entre los meses de abril a setiembre. El maíz en general exige un clima relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas. Para la germinación la temperatura media diurna mínima debe estar no menos de 10°C, siendo la óptima 18 y 20 °C” (Bonilla, 2009).

1.8.2 Exigencias edafológicas

El cultivo de maíz en general se desarrolla bajo diferentes condiciones de suelo. La mayor dificultad de desarrollo del cultivo se encuentra en los suelos excesivamente pesados (arcillosos) y muy sueltos (arenosos). Sin embargo, las mejores condiciones se pueden encontrar en suelos con textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua. El maíz se puede cultivar con buenos resultados en suelos que presenten pH de 5.5 a 8, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez (pH entre 6 y 7), un pH fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. El maíz es medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego (Fuentes, 2002).

Quispe et al. (2007), señalan que “el maíz morado requiere de suelos franco-arcillosos con buena capacidad para el soporte de la humedad, es adaptable a diversos climas de la costa y sierra, que se ubiquen a lo largo de la cordillera de los andes entre los 1,200 y 3,000msnm”. “Las condiciones óptimas para la producción del maíz morado son los suelos profundos con textura franco a franco-arcilloso que retienen humedad. El exceso de humedad limita la acumulación de pigmentos en la mazorca, por ello se desarrolla mejor en suelos con pH entre 5 y 8, con conductividad eléctrica entre 1 y 4 Ds/m” (Sevilla y Valdez, 1985; Risco, 2007).

Risco (2007), menciona que “los suelos de la región Ayacucho son arcillosos, franco arcilloso y franco arenoso, con buena capacidad para retener la humedad, tienen buena profundidad de capa arable y presentan un pH entre 5.5 y 7.5; por lo tanto, sus valles son propicios para la producción de maíz morado, aunque es necesario considerar que en algunas zonas se presentan problemas de salinidad”.

En lo que respecta al uso de fertilizantes en la mayoría de los casos los productores no realizan análisis de suelos previo a la siembra y lo hacen en forma empírica, por recomendaciones de proveedores comerciales, recomendaciones de sus vecinos, por costumbre de experiencia en años anteriores o por la disponibilidad de sus recursos económicos (Requis, 2007).

El maíz requiere de una adecuada preparación del suelo, puesto que sus raíces necesitan asimilar una gran cantidad de nutrientes en espacios de tiempo muy cortos, de unos 40 a 60 días; por lo tanto, deben disfrutar de adecuadas labores que permitan incorporar al suelo, con

la máxima antelación posible, las aportaciones de estiércoles, purines o rastrojos, facilitando la máxima estructuración del mismo (Sevilla y Valdez, 1985).

1.8.3 Exigencias hídricas

“El maíz es una de las plantas con mejor utilización del agua puesto que sólo emplea unos 350 Kg. de agua para formar 1 Kg. de materia seca. El agua es un elemento determinante de su producción y los máximos rendimientos sólo se obtienen cuando se satisface toda su demanda evapotranspirativa” (López, 1991).

Existe un período crítico de gran sensibilidad a las condiciones de sequía, que se sitúa entre unos 20 días antes de la floración masculina y termina unos 20 días después de la polinización, al secado de los estigmas. Durante el período de 14 días, la falta de riego puede ocasionar una pérdida del 60% de la producción. Las aportaciones de agua deben ser iguales o 1,1 veces superiores a la evaporación terrestre del cultivo. Según zonas, estas necesidades representan entre 6.500 a 8.500 m³/ha. El riego puede suponer más del 20% de los gastos variables del cultivo (López, 1991).

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a emerger se requiere menos cantidad de agua. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua requiere y se recomienda regar de 10 a 15 días antes de la floración. La fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconseja riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada (Risco, 2007).

1.8.4 Exigencias agronómicas

1.8.4.1 Época de siembra. Sevilla y Valdez (1985) refieren que el maíz se puede sembrar durante todo el año, las épocas más adecuadas son de abril a agosto (siembra de invierno) y de noviembre a febrero (siembra de verano) y en la costa peruana la mejor época para la siembra del maíz morado es en el invierno en los meses de mayo a junio. En Lugares por encima de los 2700 msnm es recomendable sembrar preferentemente a partir de la segunda quincena de octubre (INIA, 2007).

En la zona agroecológica Quechua baja ubicada entre 1800 y 2500 msnm se puede sembrar todo el año si se dispone de riego; si este es insuficiente la siembra se efectúa entre agosto y octubre; en la zona Quechua media entre 2 500 a 2 800 msnm con riego se practica la siembra

denominada "mahuay" o adelantada, y en condiciones de secano se posterga según el inicio de las lluvias frecuentemente hasta octubre (Tapia y Fries, 2007).

1.8.4.2 Densidad de siembra. En general “el maíz se siembra a una profundidad de 5 cm y se puede realizar al voleo o en surcos. La separación de las líneas es de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 0,35 - 0,40 m dependiendo de la variedad” (Hurtado, 2004).

El maíz morado “se siembra usando dos a cuatro semillas por golpe a una distancia de 40 cm entre golpes. También se puede sembrar a surco corrido poniendo dos semillas cada 15 cm con una densidad de 82 000 plantas/ha” (Risco, 2007). Asimismo, el autor mencionado afirma que en Huanta la siembra de maíz morado se realiza en surcos distanciados a 70 cm entre ellos, usando de dos a tres semillas por golpe con una distancia de 40 a 50 cm entre golpes; asimismo, menciona que mayores densidades pueden producir rendimientos más elevados, siempre que exista una buena fertilización y manejo del cultivo, pero se corre el riesgo de obtener muchas plantas improductivas y mazorcas más pequeñas con menor tamaño de grano, afectando la calidad y precio del producto

Requis (2012), señala que para la producción de maíz morado en general conviene tener una adecuada población de plantas para cosechar mayor número de mazorcas. Recomienda un distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.50 m entre golpes, con tres semillas por golpe para tener una población de 75,000 plantas/ha (cantidad de semilla requerida es 35 a 40 kg/ha). Asimismo, el INIA (2007) afirma que para sembrar la variedad INIA-615 Negro Canaán se debe utilizar 40 a 45 kg/ha de semilla de buena calidad y en cada golpe se debe contar con dos plantas para asegurar una densidad de 50,000 plantas/ha

1.8.4.3 Fertilización. Son 16 los elementos esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y éstos provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo; del aire: carbono (C) como CO₂ (dióxido de carbono); del agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H₂O (agua); del suelo, el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl) (FAO, 2012)

Villagarcía y Aguirre (2012), afirman que los fertilizantes nitro-fosfo-potásicos que contienen NPK y otras sales que contienen otros nutrientes como Ca, Mg, S y elementos menores aumentan la fertilidad del suelo y proporcionan un medio para mantener niveles

adecuados de fertilidad en los suelos. Los nutrientes que permiten y promueven el crecimiento de las plantas se encuentran en el suelo. Las plantas de cualquier especie o variedad para desarrollarse adecuadamente requieren mínimamente absorber más de 16 elementos nutricionales (Catalán, 2012).

“Aunque la planta de maíz usa 16 elementos diferentes, sólo tres son necesarios en cantidades relativamente grandes: el N, el P y el potasio K. La falta de estos nutrientes limita frecuentemente la producción de maíz, aunque el azufre y algunos micronutrientes como el zinc y el magnesio pueden ser restricciones importantes en ciertas localidades” (García, 2013).

(Risco, 2007) afirma que “el cultivo de maíz morado tiene requerimientos altos de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, entre otros nutrientes, (586- 220- 100 kg/ha de N-P-K)”

Los terrenos destinados al maíz deben ser fértiles y con buen contenido de materia orgánica (más de 2,5 %), no ácido, no muy pendiente y con buen drenaje. El maíz es uno de los pocos cultivos andinos que siempre se fertiliza, generalmente con abundante estiércol (guano) y se añaden fertilizantes como urea y fósforo a niveles muy variables de 80-80-0 y en algunos casos en cantidades mayores, según el tipo de suelo (Tapia y Frías, 2007). El sistema radical del maíz en general es capaz de absorber nutrimentos a través de toda la vida de la planta, pero la absorción declina durante el último ciclo que corresponde al llenado del grano y a medida que comienza la senescencia de las hojas inferiores (Paliwal, 2001). El incremento inmediato de rendimiento unitario se consigue mediante la aplicación de fertilizantes. La cantidad de fertilizantes a aplicar depende principalmente de la densidad de la plantación, del tipo de suelo y de su fertilidad (Jaulis, 2010)

El maíz necesita para su desarrollo ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en déficit o exceso. Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K. En cantidades de 0.3 kg. de P en 100 kg. de abono y un aporte de nitrógeno en mayor cantidad, sobre todo en época de crecimiento vegetativo (Fuentes, 2002).

Condori (2006), “sostiene que el maíz necesita grandes cantidades de K, esencialmente para su crecimiento vigoroso y que el potasio tiene un gran impacto en la calidad del cultivo incidiendo en factores como el incremento de peso de cada grano y la cantidad de granos por mazorca en el maíz”

Condori (2006), argumenta que en los primeros estadios de crecimiento vegetativo del maíz es muy importante que las plantas encuentren en el suelo cantidades suficientes de fósforo en forma fácilmente asimilable. Las pequeñas raíces todavía no pueden llegar a las reservas de fósforo del suelo y compiten con desventaja con la materia orgánica presente en el suelo en su aprovechamiento. Asimismo, indica que el fósforo es importante en la formación de raíces y en la floración

En el cultivo de maíz morado la cantidad de nutrientes a utilizar depende de la recomendación del análisis de suelo. De acuerdo a la fertilidad promedio de los suelos de la región se debe incorporar por lo menos 5 t/ha de guano de corral descompuesto o 10 sacos de guano de isla para obtener rendimientos superiores a 5 t/ha. Se recomienda aplicar el nivel 120-90-60 kg/ha de N- P₂O₅- K₂O (INIA, 2007). Las formas iónicas que una raíz de maíz puede absorber son el nitrato (NO₃) y el amonio (NH₄). Como la mayor parte del N del suelo está en forma orgánica es necesaria una actividad microbiológica que lo convierta en amonio o nitrato (Nitrosomas y Nitrobacter) son las bacterias más comunes en esta tarea (MINAG, 2011).

1.8.4.3.1 Nitrógeno. “Es el motor del crecimiento de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO₃-) o de amonio (NH₄+) (FAO, 2012). La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producción que se deseen alcanzar, así como el tipo de textura del suelo. La cantidad aplicada va desde 20 a 30 Kg de N/ha” (Fuentes, 2002).

“El nitrógeno en su forma nítrica es muy móvil, estando sujeto a sufrir pérdidas por percolación, exceso de riego o precipitación pluvial; conviene fraccionar las dosis de abonamiento nitrogenado por lo menos en dos etapas durante el período vegetativo del cultivo” (Villagarcía y Aguirre, 2012). “Las plantas que disponen de nitrógeno superabundante tienen tendencia a producir hojas suculentas de color verde oscuro sobre tallos débiles” (Bonner y Galston, 1967).

1.8.4.3.2 Fósforo. “Su dosis depende del tipo de suelo presente ya sea rojo, amarillo o suelos negros. El P, se clasifica como un nutriente primario razón por la cual es deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes” (Fuentes, 2002). “La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 por ciento” (MINAG, 2011).

“La eficiencia del fosforo, medida en términos de nutrientes recuperados por el cultivo de maíz varía entre 15 y 20 por ciento. Sin embargo, estas cifras pueden ser mejoradas saturando la capacidad de fijación del nitrógeno con fuertes aplicaciones de fertilizantes fosfatados, con el inconveniente de que los costos se elevan” (Mendieta, 2009).

“Por cada 100 kg de P_2O_5 soluble aplicado al suelo, el cultivo absorbe durante su desarrollo y fructificación de 20 a 60 kg de P_2O_5 aplicado” (Villagarcía y Aguirre, 2012).

“Las plantas deficientes en fósforo presentan detención en su desarrollo, sus hojas son de color verde oscuro y con frecuencia muestran tendencia a la producción de pigmentos antociánicos de color rojo o púrpura” (Bonner y Galston, 1967).

1.8.4.3.3 Potasio. Debe aplicarse en una cantidad superior a 80 o 100 ppm en caso de suelos arenosos y para suelos arcillosos las dosis son más elevadas de 135 a 160 ppm. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y las mazorcas no granan en las puntas (Fuentes, 2002). “También produce amarillamiento de hojas con frecuencia en forma de moteado, disminuye el crecimiento y por lo general los tallos se vuelven tan débiles que las plantas son derribadas fácilmente por el viento” (Bonner y Galston, 1967).

El potasio activa más de 60 enzimas, por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y proteínas. Asimismo, mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a sequías, heladas y salinidad. Las plantas provistas con buen nivel de K sufren menos de enfermedades (FAO, 2012).

Otros elementos: Boro, Magnesio, Azufre, Molibdeno y Zinc. “Son nutrientes que pueden aparecer en forma deficiente o en exceso en la planta. Las carencias del boro aparecen muy marcadas en las mazorcas con inexistencia de granos en algunas partes de ella” (Fuentes 2002).

1.9 Características del maíz morado

El fruto del maíz morado es una mazorca (tusa y grano) que “contiene el pigmento antociánico, la que se encuentra en mayor cantidad en la coronta o tusa y en menor proporción en el pericarpio (cáscara) del grano. Este fruto está constituido por 80 % de grano y 20 % de coronta o tusa” (Manrique Ch. A. 1995).

En la tabla 1.2 se presenta las dimensiones de la mazorca y el grano y otras características físicas.

Tabla 1.2. Dimensiones de la mazorca y granos de maíz morado

Características	Promedio	Máximo	Mínimo
Largo de mazorca (cm)	15	20	12
Ancho de mazorca (cm)	5	5.8	4
Numero de hilera	10	12	8
Numero de granos por hilera	25	36	18
Largo del grano (mm)	11.6	13	10.4
Ancho del grano (mm)	5.6	6.2	5
Espesor del grano (mm)	6	6.5	5.5

Fuente: Boletín de Información técnica del Ministerio de Agricultura-Lima Perú, 1998

1.9.1 Color del maíz morado

La coloración morada que presentan las plantas, corontas y pericarpio de los granos de maíz, son el resultado del complejo trabajo realizado por muchos genes ubicados en diferentes cromosomas, lo que da como resultado la formación de pigmentos antociánicos de diferente color, los mismos que al combinarse forman el color morado (combinación de pigmentos rojos y azules) (Manrique 2000).

1.9.2 Coronta del maíz morado

Denominada también tuza, carozo, olote o mazorca. Espiga en que se crían los frutos muy juntos y dispuestos alrededor de un eje. En la coronta se encuentran un mayor porcentaje de antocianinas que en la cáscara del grano del maíz morado

1.10 Composición química del maíz morado

Collazos (1962), mencionado por Araujo (1995) “la composición química del maíz morado, se destaca el contenido de carbohidratos y proteínas. La coronta tiene una importante fracción de fibra, carbohidratos y minerales” (Fernández, 1995; Risco, 2007). El detalle de la composición del grano y coronta de maíz morado se presenta en la tabla 1.3 y 1.4

Tabla 1.3. Valor Nutricional del maíz morado

Composición nutritiva por 100 gr de producto comestible	
Calorías	357 gr.
Agua	11.40 gr.
Proteína	6.70 gr.
Carbohidratos	76.90 gr.
Fibra	1.80 gr.

Composición nutritiva por 100 gr de producto comestible	
Ceniza	1.70 gr.
Calcio	12.00 mg.
Fósforo	328.00 mg.
Hierro	0.02 mg.
Cianidina	0.06 mg.
Tiamina	0.38 mg.
Riboflavina	0.02 mg.
Niacina	280 mg.

Tabla 1.4. Composición química del maíz morado INIA-615 Negro Canaán (Contenido en 100 gramos)

Componente	Maíz grano	Coronta
Humedad	1,67	2,33
Proteína	9,26	4,38
Extracto Etéreo (%)	22,18	30,55
Energía (Kcal/100gr)	496,7	694,53
Cenizas totales (%)	1,89	0,35
Carbohidratos	65,01	62,4

Fuente: Laboratorio y nutrición de la UNSCH citado por Fernández (2009).

Tabla 1.5. Comparaciones de la composición química de maíz morado PMV-581, INIA-615 Negro Canaán, INIA-601 Negro Cajamarca

Componentes	Resultados de análisis físico/químico		
	PMV-581	INIA-615 (Negro Canaán)	INIA-601 (Negro Cajamarca)
% Kcal proveniente de carbohidratos	78,6	78,4	79,5
% Kcal proveniente de grasa	12	11	11,4
% Kcal proveniente de proteínas	9,4	10,6	9,1
Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	72,2	71,9	69,2
Energía Total (kcal/100 g de muestra original)	367,3	366,9	348,0
Proteína (g/100 g de muestra original) (fact:625)	8,6	9,7	7,9

Componentes	Resultados de análisis físico/químico		
	PMV- 581	INIA-615 (Negro Canaán)	INIA- 601 (Negro Cajamarca)
Cenizas (g/1 00 g de muestra original)	1,5	1,9	1,3
Grasas (g/1 00 g de muestra original)	4,9	4,5	4,4
Humedad ((g/100 g de muestra original)	12,8	12	17,2

Fuente: Pinedo, 2014. Resultados de análisis de laboratorio La Molina Calidad Total.

1.11 Usos y beneficios del maíz morado

1.11.1 Usos

Según los datos recogidos por diversos historiadores el maíz morado era empleado en la alimentación como bebida, con él se elaboraba la "chicha" que viene a ser una “bebida fermentada. El uso de su extracto sufrió un cambio con el tiempo, así es como en la colonia por influencia de la repostería española y por el ingenio de las amas de casa criollas apareció la "mazamorra" y la "chicha morada" que tenían los sabores más exquisitos” (Fernández, 1995).

Actualmente el maíz morado es usado a nivel casero, como colorante natural para la "mazamorra morada" y la "chicha". A nivel industrial se usa para obtener colorante de la coronta, debido a su contenido de antocianinas. Dicho pigmento es usado a nivel industrial como insumo para la coloración de bebidas, productos lácteos, productos de panadería, productos vegetales, conservas de pescado, grasas, aceites, mermeladas, jaleas, frutas confitadas, frutas en almíbar, jarabes de frutas, sopas; también se usa para teñir tejidos y en la industria de cosméticos. “El grano se puede aprovechar para la extracción de almidones y/o derivados o en la elaboración de alimentos balanceados para animales” (Risco, 2007).

Tabla 1.6. Porcentaje de antocianinas en el grano y la coronta del maíz morado

Muestra	Antocianinas (mg antocianinas/100 g)	Rendimiento (%)
Coronta	611	79.47
Grano	52	6.75
Grano molido	176	20.53

Fuente: Araujo (1995)

1.11.2 Beneficios

El consumo de maíz morado está asociado indirectamente con beneficios a la salud, debido a la presencia de compuestos antioxidantes, los cuales retrasan el daño causado por los radicales libres, con actividad anticancerígena, antineurodegenerativa y antiinflamatoria (Kraft 2008).

Un equipo de investigación de la universidad japonesa Doshisha, Kyoto, comprobó que el extracto de maíz morado incrementa la actividad de un gen que regula la función de las células grasas el cual previene las enfermedades cardiacas, obesidad y diabetes. Asimismo, según la revista *Nutraceuticals World*, es un protector de la retina y estimulador de la circulación sanguínea (Risco 2007).

Presentan fitonutrientes (o fotoquímicos), que no son ni vitaminas ni minerales sino sustancias químicas o compuestos dentro los cuales podemos nombrar flavonoides, carotenoides, luteína, terpenos, antocianinas, sulfurorafanos, entre muchos otros. Los fitonutrientes se diferencian de las vitaminas y minerales porque carecen de valor nutricional, sin embargo, actúan como antioxidantes, protegiendo al ADN celular de los efectos dañinos oxidativos de los radicales libres y evitando mutaciones que podrían causar cáncer (Justiniano, 2010).

1.12 Mejoramiento genético

El mejoramiento de las especies es el arte, la ciencia que permite cambiar y mejorar la herencia de las plantas. En el pasado fue muy discutido, dicho mejoramiento se practicó por primera vez, cuando el hombre aprendió a seleccionar las mejores plantas; por lo cual la selección se convirtió en el primer método de mejoramiento de las cosechas indiscutiblemente, los resultados de los primeros esfuerzos del hombre en la selección de las plantas constituyeron importantes contribuciones para el desarrollo de muchas de las plantas cultivadas independientemente de lo poco conscientes que hayan estado en sus propios esfuerzos, en ese principio. A medida que sus conocimientos respecto a las plantas iban acumulando, estaban en posibilidades de hacer sus selecciones más inteligentes Pacheco (2009).

La modificación humana de la genética del maíz comenzó desde su domesticación, cuando antiguas culturas mesoamericanas consiguieron la transformación de una planta silvestre en este importante cereal. La mazorca es un logro asombroso que incluso ahora, con las posibilidades actuales, no sabríamos cómo obtener. Después se produjo una gran

diversificación, la dispersión a otras civilizaciones de América y al resto del mundo. A principios del siglo XX, conociéndose las teorías de Mendel y Darwin, comenzó a avanzar la genética, a la cual contribuyó mucho el estudio del maíz (Iruegas, 2012).

La heterosis es el aumento en la expresión de ciertos caracteres (ej. rendimiento en grano) que se manifiesta en la cruce respecto de sus líneas parentales. Los mejoradores obtuvieron líneas endocriadas (LE) al autopolinizar plantas de maíz durante varios años. Estas líneas tenían un comportamiento desfavorable y bajo rendimiento, el cual se restituía en mayor proporción al cruzar distintas líneas entre sí (heterosis) (Lessa, 2004).

Chávez (1995), indica que el maíz al ser una planta alógama es muy heterocigótica, debido a la forma de polinización. En consecuencia, rara vez se utilizan de manera individual para constituir una nueva variedad, ya que la segregación y la polinización cruzada dificultan la conservación del progenitor. Por esta razón, los métodos de selección de esta especie difieren de los empleados en plantas autógamas

Desde el punto de vista del mejoramiento genético, la selección de las mejores líneas de maíz se basa en escoger los individuos que presentan las características deseadas por el fitomejorador, a partir de las diferencias heredables o a través de la variabilidad creada deliberadamente sobre la ya existente

La selección es el proceso por el cual aparentemente genes no deseados o combinaciones de genes, son eliminados de una población -Selección de mejores individuos de la población. Seguidamente, la utilización de los individuos seleccionados como progenitores de la siguiente generación (Andrade, 2012). Para el desarrollo de nuevos cultivares, se han realizado numerosos programas de mejoramiento genético, la mayoría de estos materiales han sido derivados exclusivamente de material local, con características agronómicas, fisiológicas y morfológicas superiores a los materiales originales; así como, para que se ajusten a las necesidades y sistemas de producción de los agricultores y que mantengan la calidad de grano requerida por los mismos y por consumidores de las diferentes regiones

El objetivo principal de todo trabajo de mejoramiento, consiste en ampliar las bases genéticas de las poblaciones, mediante la introducción de genes de interés para los agricultores, incluyendo aquellos que facilitan el manejo del cultivo, como reducción de la altura de planta y de su primera mazorca, resistencia al acame, mayor precocidad a la madurez y mayor potencial del rendimiento incrementando el número de hileras por mazorcas,

mazorcas de mayor tamaño y/o mayor número de mazorca por planta. Dentro del proceso de selección se eliminan los materiales susceptibles a enfermedades foliares y de la mazorca (mediante retrocruzas para eliminar o incorporar alelos); así como, el cambio en la estructura química del grano para mejorar su calidad (Turrent et al., 2011).

Varios esquemas de selección con considerable flexibilidad en los detalles para su ejecución han sido desarrollados y están disponibles en la actualidad para los mejoradores de maíz. Algunos de los esquemas son simples y no necesitan una infraestructura compleja ni grandes inversiones, en cambio otros son relativamente complejos y costosos. Todos esos esquemas han sido usados por los mejoradores de maíz para desarrollar y mejorar los grupos y poblaciones de maíz, los que son la base de un programa exitoso de mejoramiento. El éxito de cualquier programa de mejoramiento de maíz dependerá de la superioridad y utilidad de los recursos genéticos básicos de los cuales se busca obtener variedades mejoradas e híbridos (FAO, 2001). La heterocigosis generada por la polinización cruzada es uno de los mecanismos que mantienen la viabilidad, productividad y otras características de las poblaciones nativas de maíz. Los maíces nativos en su conjunto poseen adaptación a las múltiples condiciones ambientales y agronómicas que existen en la agricultura tradicional y muchas veces incluso en la comercial (Ortega, 2003).

Paliwal (2001), “manifiesta que los métodos de mejoramiento de las especies comprenden dos grandes grupos”:

- Métodos con escasa o nula endogamia, que son utilizados principalmente para desarrollar variedades de polinización libre, con amplia variación genética y gran adaptación geográfica
- Métodos con alto grado de endogamia, mediante los cuales se desarrollan híbridos, con menor variabilidad genética y reducida área geográfica de adaptación

1.12.1 Mejoramiento por selección

Larcher (1976) menciona que 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

Sumar (1993) 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 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 germoplasma indeseable. Al llevar esta selección repetida es necesario cultivar poblaciones suficientemente grandes para que el efecto de endogamia no se manifieste

Poelhman. (1981), Afirma que, en las especies de polinización cruzada, que son sumamente heterocigotas, 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

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

1.12.2 Mejoramiento por selección masal

Allard (1980), manifiesta que el fin de la selección masal es el aumento de la proporción de genotipos superiores en la población, la eficiencia de esta, se lleva a cabo de 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 genéticas 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 mezclan 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 utilizados 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, y que, 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 aceites, y características similares por medio de una continuada selección masal. Es desde luego necesario que, para que la selección masal se 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 semillas 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, 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 menor tardado, según que el carácter este determinado por varios factores tenga una tendencia a dominancia o recesividad

Arboleda (1973), usando selección masal, “reporto una ganancia de 10.25% por ciclo en rendimiento de una población seleccionada y probada en buenos ambientes y de 5.34%, cuando selecciono en ambientes buenos y malos”

Nevado y Sevilla (1976), afirma 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 lo caracterizan a las condiciones de la sierra peruana según Chávez (1995), la selección masal se divide en:

1.12.2.1 Simple. Chávez (1995), manifiesta que la selección masal simple es la selección fenotípica cuya unidad de selección es el individuo, es el método más simple y más antiguo en el mejoramiento de plantas que en la actualidad ha cobrado importancia en el mejoramiento poblacional del maíz

Consiste en la selección de individuos o de familias que muestren características requeridas, la mezcla de cuyas semillas constituirá la semilla de siembra de la generación siguiente. El proceso se repite hasta conseguir una nueva población adecuada a nuestras necesidades (cubero, 1999)

Mediante este sistema se selecciona los mejores individuos de un determinado grupo de plantas y se mezclan su semilla para así formar un grupo de genotipos más o menos similares para una determinada característica. Este tipo de selección tiene eficacia cuando estamos seleccionando caracteres simples que podemos observar fácilmente, pero es ineficaz para aquellos caracteres cuya base genética es amplia y por lo tanto están gobernados por muchos genes, óseas características cuantitativas que no pueden evaluarse por la simple observación de las plantas. En la selección masal las plantas se seleccionan tomando como base su fenotipo y mezclando la semilla que procede esos individuos (Librogen, 2004).

Caicedo (2001), manifiesta que este tipo de selección es poco eficiente para incrementar el rendimiento ya que sus componentes genéticos en cada planta, se confunden con otras fuentes de variación tales como heterogeneidad del suelo, competencia desigual por deferencias en el espacio entre planta y planta, etc. Aunque fue reportada como efectiva para seleccionar caracteres de alta heredabilidad como: ciclo de madurez textura del grano, entre otros

1.12.2.2 Estratificada. Es un método de Fito mejoramiento genético que consiste en llevar a cabo la selección individual de plantas dentro de pequeños sublotos de un lote general para minimizar la interacción genotipo-medio ambiente.

Caicedo (2001), asevera que este sistema fue propuesto por Gardner en 1961, “para contrarrestar la influencia ambiental en rendimiento individual de las plantas. El área de selección en la cosecha se restringe, a las plantas que se encuentran bajo competencia completa”

Chávez (1995), manifiesta que “para reducir al mínimo los efectos del medio ambiente se tiene que manifestar lo siguiente”:

- Buena fertilización
- Cultivos adaptados
- Adecuada proporción de humedad para que la planta prospere
- Control adecuado de las plagas y enfermedades.

1.12.2.3 Convergente-divergente. Este método básicamente consiste en tomar muestras de semillas de varias localidades después de formar un compuesto balanceado, dejarlo en polinización libre y enviar estos sistemas segregantes genotípicamente a cada uno de las

localidades para su selección y formación de nuevas variedades. Se requiere varios ciclos de convergencia y divergencia del germoplasma

Según Chávez (1995), “para el desarrollo de este método, es necesario definir una región o área grande en cuanto a deferencias ambientales (suelo, temperatura, humedad, etc.), así como integrar una población base de ampliar variabilidad genética”.

1.12.3 Estimado de los componentes genéticos del maíz

Sprague, (1966), mencionado por Lankey & Edwards (1997), señala que “el estudio de la acción genética ha sido aprovechado 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 varianza de la interacción genotipo medio ambiente es aquella parte de la variedad 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 epistémica

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 genética 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 epistasis

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 epistatica, 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 esta explicada por la variación total entre genotipos

Quispe (1999), encontró valores de heredabilidad para rendimiento de 0.91, altura de planta 0.79, altura de mazorca 0.80, longitud de mazorca 0.85, y numero de granos por hilera 0.83, en la evaluación de heterosis de 37 genotipos de maíz blanco amiláceo, que representan la

variancia genética siguiente: altura de planta 0.046 m, altura de mazorca 0.038 m², longitud de mazorca 5.61cm², diámetro de mazorca 0.068 m², número de hileras por mazorca 0.635 u², número de granos por hilera 15.84 u²

1.13 Genética del maíz morado

Zambrano (2011), “el porcentaje de alogamia varía entre el 60 y el 90 por ciento. El cruzamiento depende del viento, número de insectos polinizadores, producción de polen”

Normalmente, casi el 95% de los óvulos de un brote son fecundados mediante la polinización cruzada, y el 5% restante por autofecundación. La mayor parte de polen que poliniza a una mazorca de maíz proviene de plantas más próximas, si bien el polen puede ser transportado a grandes distancias. No es raro observar granos de otro color en las mazorcas de maíz blanco, aun cuando el campo más próximo se encuentre a un kilómetro de distancia

Las especies alógamas, que son generalmente heterocigotos, rara vez se utilizan plantas individuales para constituir una variedad, debido a que la segregación y la polinización cruzada dificultan la conservación del tipo del progenitor dentro de las progenies

El otro factor es el hereditario, en el cual se fija por la acción de los genes en el momento de la fecundación. Según Grobman, los genes A, B, PL Y rch son los causantes de la aparición del color en el maíz morado. Si alguno de estos genes no se presenta o se encuentra inhibido, color no aparece Elías y Gamero (1988).

1.12.1 Características genéticas del maíz morado

Según Sevilla y Valdéz (1985), “existe un gran número de variedades de maíz morado que se diferencian por la forma y tamaño de las mazorcas, por el número de hileras por mazorca, por el tamaño, forma y color del pericarpio de los granos y por otras características morfológicas”

Manrique citado por Almeida (2012), señala que la coloración morada que presentan las plantas, corontas y pericarpio de los granos de maíz nativo son resultados del complejo trabajo realizado por muchos genes ubicados en diferentes cromosomas, lo que da como resultado la formación de pigmentos antocianicos de diferente color, los mismos que al combinarse forman el color morado (combinación de pigmentos rojos y azules)

El maíz morado “es un gran antioxidante debido a su alto contenido de antocianinas (cianin-3-glucosa C3G que es su principal colorante) y compuestos fenólicos. Además, tiene propiedades funcionales y bioactivas” (Oscanoa y Sevilla, 2010).

La mazorca del maíz morado está constituida por los granos y el marlo, en una proporción promedio de 80 y 20 por ciento respectivamente. La principal utilidad se debe a su propiedad colorante o tintórea, cuyo poder o capacidad de coloración se encuentra más concentrada en el marlo (Lavado et al., 2013).

1.14 Manejo agronómico del maíz morado

1.14.1 Selección del terreno.

Vásquez (2000), menciona que “los terrenos para el cultivo de maíz deben ser fértiles con alto contenido de materia orgánica (2.5 a 4 %), PH alrededor de 7, de buen drenaje y suficiente aireación”

Ministerio de Agricultura (1992), menciona que los suelos de textura franca son buenos para el maíz esto permite un buen desarrollo del sistema radicular, con buena absorción de nutrientes y agua del suelo. Además, se evitan problemas de caída de plantas. Se deben elegir terrenos sueltos, buen drenaje y con una rotación de cultivos

1.14.2 Preparación del terreno

Fopex (1985), manifiesta que, el maíz al igual que cualquier otro cultivo, responde positivamente a un correcto y profundo laboreo del terreno. La preparación del terreno sirve para que los granos del maíz encuentren un suelo bien aireado, húmedo y lo suficientemente fino como para permitir que las semillas tengan un buen contacto con él, germinen y emerjan sin dificultad. Una eficiente preparación del terreno favorece la germinación y el enraizamiento del maíz morado

1.14.3 Abonamiento y fertilización

Manrique (1997), reporta que el abonamiento deberá ser uniforme, usando como dosis fija de 180 – 80 – 60 de NPK. Su aplicación deberá ser fraccionada de la siguiente manera: A la siembra aplica 90 - 80 - 60 al fondo del surco, para cubrir el abono: 196 Kg de urea, 400 Kg de superfosfato de calcio y 100 kg de cloruro de potasio. Antes del apoque, aplicar los 90 kg de nitrógeno restante en forma mineral: 273 kg de nitrato de amonio o 450 kg de sulfato de amonio.

Por su parte Fopex (1985), manifiesta que, “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”

1.14.4 Elección de la semilla

Vásquez (2000), refiere que en el mercado existe una gran variedad de semillas mejoradas y certificadas. La semilla certificada garantiza al comprador la variedad a que pertenece, la semilla que se utiliza debe tener de 96 a 100 % de pureza varietal y presentar de 95 a 100 % de poder germinativo, debiendo además estar libre de plagas y enfermedades

1.14.5 Siembra

Manrique (1997), considera que, “la época de siembra del maíz en cada una de las regiones y subregiones es distinta y depende de la temperatura, disponibilidad de agua y la incidencia de plagas y enfermedades”

Llanos (1984), afirma que el momento de la siembra va determinado por las condiciones climáticas del año y el ciclo de la variedad. Para favorecer la germinación y emergencia uniforme del maíz morado, la siembra se debe realizar en suelo adecuadamente preparado y con humedad suficiente a una profundidad uniforme no mayor a 10 cm (INIA, 2007)

1.14.6 Riego

Fopex (1985), manifiesta que, el maíz es una planta exigente en agua, por lo cual es esencial evitar la marchites durante todo su periodo de polinización, de formación de grano y maduración de la mazorca

El riego en el cultivo del maíz morado se realiza cada 10 a 12 días según el clima y tipo de suelo. “Es necesario priorizar los riegos durante la floración y panojamiento. Se recomienda usar un volumen de agua de 8 a 10 m³/ha” (INIA, 2007). En la zona andina el cultivo del maíz se desarrolla con lluvias temporales, el riego por gravedad es complementario siendo importante para la preparación del suelo, siembra y las primeras etapas del desarrollo de las plantas (Catalán, 2012).

1.14.7 Control de malezas

El cultivo debe mantenerse libre de malezas, especialmente durante los primeros 45 días. Los deshierbes deben ser oportunos para evitar pérdidas por competencia. Para el control químico se recomienda utilizar herbicidas específicos a base de Atrazina (INIA, 2007).

El maíz es muy afectado por la competencia de malezas en sus primeras etapas de desarrollo. Esa competencia se da por fertilizantes, agua y luz. Según estudios, dicen, el efecto más perjudicial se produce en los primeros 35 días que siguen a la emergencia del maíz. Las

malezas que crecen después del aporque no perjudican tanto el rendimiento, pero su peligro se da por ser hospederas de insectos picadores chupadores que transmiten "virus"

1.14.8 Desahíje

Sirve para determinar la densidad de siembra del cultivo, consiste en extraer las plantas que se consideran en exceso en cada golpe, se realiza cuando las plantas tengan aproximadamente 0.20 m de altura dejando solamente una o tres plantas de las más vigorosas por golpe (Sevilla y Valdez, 1985).

1.14.9 Aporque

Fopex (1985), manifiesta 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 afiancen mejor al terreno por el desarrollo de la raíz de los nudos inferiores aumentando por efecto de esta labor la resistencia al tumbado, que es causado por acción del viento o del exceso de agua

Se realiza dos aporques oportunos: El primero cuando las plantas tengan alrededor de 30 cm de altura y el segundo cuando las plantas alcancen alturas entre 40 y 50 cm, con la finalidad de darle un buen anclaje a las plantas, lograr una mejor aireación de las raíces y eliminación de malezas. El aporque es importante porque permite incorporar la segunda fertilización del nitrógeno, eliminar malezas, oxigenar el suelo, controlar plagas y lo más importante dar soporte a las plantas para evitar el tumbado provocado por el viento y el propio peso de la planta del maíz (Catalán, 2012).

1.14.10 Control de plagas y enfermedades

En términos generales que el problema de plagas en el cultivo de maíz no es tan agudo como en otros cultivos, pero su densidad se acentúa en las siembras de primavera – verano mientras persista altas temperaturas ambientales.

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 con productos químicos no siempre es necesario, ya que si la intensidad del ataque muy leve, la aplicación innecesaria de insecticidas puede contribuir a aumentar los costos de producción

Manrique (1999); reporta que, el maíz tiene las siguientes plagas consideradas importantes:

Tabla 1.7. Plagas de importancia en el cultivo de maíz

Nombre común	Nombre Científico
Gusano de tierra o cortadores	<i>Feltia experta</i>
	<i>Copitarsia turbata</i>
Gusanos perforadores del tallo	<i>Elasmopalpus lignoselus</i>
	<i>Spodoptera frugiperda</i> L.
	<i>Frankiniella williansi</i> H
Insectos que atacan a la planta	<i>Diabrotica bicolor</i>
	<i>Dalbulus maidis</i>
	<i>Heliotis zea.</i>
Insectos de la mazorca	<i>Pococera atramentalis</i> L.

Manrique (1999), manifiesta que, el cultivo de maíz morado, por tratarse de un maíz amiláceo y de origen de sierra, es susceptible al ataque de plagas y enfermedades durante todo su periodo vegetativo, de siembra a cosecha y aun en almacenamiento

1.14.11 Cosecha.

Esta práctica consiste en la recolección de las mazorcas, arrancándolas de la planta y separando de su envoltura o "panca". El maíz se puede cosechar cuando el grano tiene una humedad de 30 por ciento aproximadamente (Sevilla y Valdez, 1985).

INIA (2006), manifiesta que la cosecha de maíz morada debe ser oportuna cuando los granos se encuentran en un estado de madurez fisiológico, a partir de este estado los granos están expuestas a la pérdida de calidad por infestación de *Pagiocerus frontalis* y presencia de lluvias en esta etapa produce germinación de granos y pudrición de mazorcas

Manrique (1999), menciona que, después de la floración aproximadamente 40 días, se presenta la madurez fisiológica, es decir, la conversión de los azúcares en almidón, por lo tanto, los granos pasan del estado lechoso a pastoso y finalmente a duro. Un grano duro indica que está completamente formado morfológicamente y fisiológicamente, y se inicia el secado de la mazorca y grano. En este periodo se encuentran y estabilizan los pigmentos de color morado. Por lo tanto, las mazorcas están listas para ser cosechadas, cuando los granos presentan aproximadamente 30% de humedad

Bajo condiciones de Ayacucho se cosecha cuando los granos tienen del 30 a 35 por ciento de humedad. La cosecha del maíz morado debe ser oportuna, es decir, cuando los granos se

encuentren en la etapa de madurez fisiológica o cuando las brácteas que cubren las mazorcas estén secas. El despanque puede realizarse cortando las plantas o con plantas paradas. Luego se debe llevar las mazorcas a los secaderos hasta lograr la humedad requerida (Requis, 2012).

1.14.12 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 de pigmentación de la tusa que es la principal materia prima para su comercialización

Manrique (1999), manifiesta que la pigmentación morada, es la razón de la comercialización de este tipo de maíz, el secado debe seguir una tecnología que permita preservar y mantener la calidad de la pigmentación

La alta humedad del grano y la elevada temperatura puede inducir al desarrollo de la enfermedad o pudrición del grano y tusa. El secado debe ser rápido ya sea aplicando aire forzado, utilizando energía solar en estructuras sencillas como:

- La Áreas rectangulares caseras de 5 m de longitud por 1.5 m de alto y 60 cm. de ancho, construido con malla de alambre y palos.
- Secado en silos con aire forzado caliente o frío, utilizando equipos de secado.
- Secado casero en calca, debe formar capas delgadas de mazorca y voltearlas diariamente.

1.14.13 Almacenamiento

Almacenar la semilla, granos y mazorcas con un 14% de humedad en ambientes seguros, secos, limpios y desinfectados para evitar el ataque de hongos, roedores e insectos (INIA, 2010).

INIA (2006), menciona que en el almacén se debe tener mucho cuidado en la aplicación de insecticidas para el control de plagas, porque las mazorcas van a ser usadas en la elaboración de productos de consumo humano. Los almacenes deben tener buena ventilación, con baja temperatura 10°C y de 50 a 60% de humedad relativa y debe estar protegida de roedores

En el control de gorgojo del grano se debe usar pastillas de Photoxin o Gastión por cada tonelada de mazorca o grano almacenada

1.14.14 Comercialización

El maíz morado es valorizado por la presencia de pigmentos (antocianina) en la tusa, las mazorcas con tusa de color morado intenso son preferidas por los intermediarios y en el mercado. Para que los agricultores puedan tener mejores ingresos y sean sostenibles, como producto para el mercado de exportación, deben presentarse en forma adecuada:

- Maíz morado en mazorcas, seco de 12 % a 14 % de humedad, libre de enfermedades, limpio y debidamente envasado.
- Coronta o tusa de maíz morado, con 12 % a 14 % de humedad, limpio, sano y debidamente envasado. El rendimiento de tusa dependiendo de las variedades representa el 16 % al 20 % del rendimiento de mazorcas, utilizando semilla mejorada y buen manejo agronómico se obtiene de 1 200 a 1 600 kg/ha de coronta o tusa. El precio de tusa en el mercado de exportación, en 2006 estuvo en promedio a 3,24 de dólar por kilo, lo que significa que se debe obtener ingresos de 3 500 a 5 000 dólares por hectárea por venta de coronta de maíz morado.
- Coronta molida es otra forma de presentación que los agricultores deben implementar en forma organizada para obtener mejores ingresos económicos.

1.15 Rendimiento, caracteres de planta y mazorca

Sevilla (1978) hizo un recuento de los resultados obtenidos con los experimentos, de selección en el Programa Cooperativo de Investigación en Maíz (PCIM). Veintiocho variedades o poblaciones fueron seleccionadas; la ganancia promedio entre 3 a 4 ciclos, mejoró la productividad en aproximadamente 20% (Sevilla, 1973)

Fopex (1985), refiere que hay que distinguir el rendimiento de las variedades tradicionales en campo de pequeños agricultores, que se estima en menos de 2000 Kg/ha, y aún menos de 1000 Kg/ha en la siembra cuando no se utiliza fertilizantes. Con el rendimiento de variedades mejoradas en buenas condiciones de cultivo, la productividad de las variedades mejoradas se puede evaluar, y de hecho se está mejorando con la selección genética. Se ha probado experimentalmente que la semilla seleccionada de PMV – 581, después de cuarto ciclo de selección mazorca – hilera, supera a la población en 20%. Además, la productividad puede

elevarse sustancialmente con mejores prácticas agronómicas en las que la definición de una mejor época de siembra, el control oportuno de malezas y una adecuada fertilización parecen ser particularmente importantes

1.16 Exportación del maíz morado

El Perú goza de condiciones geográficas y climáticas propicias para el cultivo de maíz morado, factores que en la práctica le permiten ser ofertante exclusivo de un producto fuertemente enraizado en la población peruana y que se perfila a la internacionalización debido a que se le atribuyen propiedades benéficas para la salud. Bajo un esquema de manejo adecuado del cultivo, la exportación de maíz morado y sus derivados presenta un fuerte potencial de crecimiento a mediano plazo que se sustenta en la creciente tendencia mundial a consumir productos distintos a los tradicionales, además de poseer propiedades nutritivas y benéficas para la salud (Chichizola et al., 2007).

Las exportaciones de este producto también van en aumento y a nivel internacional, el maíz morado es utilizado como un fruto medicinal, alimenticio y como colorante para cosméticos, textiles y otros.

El producto se exporta en granos secos, coronta o tusa los que se utilizan como insumo o materia prima para la extracción del pigmento, asimismo la coronta micro pulverizada es empleada como colorante natural en polvo fino de color púrpura oscuro y extracto colorante natural

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El trabajo experimental se desarrolló en el Centro Experimental Canaán-Ayacucho, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el Distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia Huamanga, ubicado al lado Este de la capital de la provincia de Huamanga y una altitud de 2750 msnm, cuyas coordenadas son 13° 08' 51" Latitud Sur y 74° 32' Longitud Oeste, con un pendiente que varía entre 1.0% y 2.5%. Las actividades en campo se desarrollaron desde el mes de octubre 2018 a abril del 2019.

2.2 Condiciones ecológicas

Onern (1984) mencionado por Paucarima (2007), 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 frio, 250 mm a 500 mm de precipitación pluvial promedio anual y 12°C a 15°C de biotemperatura media anual, y encontrándose en un piso ecológico de 2200 a 3200 msnm. Generalmente la atmosfera es seca, produciéndose un calentamiento del suelo y del aire que a su vez produce baja presión y ascensión de una corriente convectiva de aire que eleva las gotas de agua y los solidifica, produciendo ocasionales granizadas o heladas, que afectan los cultivos

2.3 Características físico químicas del suelo

Para determinar el estado nutricional del suelo de Canaán, que se utilizó como sustrato, en el ensayo se tomaron 20 muestras de la capa superficial (0.25m de profundidad), en distintos puntos del terreno, los mismos que se mezclaron uniformemente obteniendo una muestra representativa de un Kg de peso; que posteriormente se derivó para su análisis respectivo, al laboratorio de suelos "Nicolas Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería

de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Los resultados obtenidos se detallan en el Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Análisis físico químico del suelo del Centro Experimental Canaán- UNSCH, 2750 msnm - Ayacucho, 2018.

Componentes	Valores	Método	Interpretación
pH	7.48	Po Potenciómetro	ligeramente alcalino
Materia Orgánica (%)	2.03	Walkley y Black	Medio
Nitrógeno total (%)	0.1	Kjeldahl	Pobre
Fósforo disponible (ppm)	14.3	BrayKurtz I	Medio
Potasio disponible (ppm)	46.3	Turbidimetria	Bajo
Clase textural	-----	Hidrómetro	Arcilloso

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

Conforme a los resultados de análisis de suelos del área experimental, ubicada en el centro experimental Canaán - Ayacucho, el suelo es de textura arcilloso, con un pH ligeramente de reacción alcalina. Respecto a la fertilidad del suelo presenta un nivel medio de materia orgánica, con un nivel pobre en contenido de N, pero con medio disponibilidad de fosforo y baja disponibilidad de potasio

2.4 Características del clima

En Huamanga Ayacucho, la temperatura oscila entre 18 y 23°C; la época lluviosa se presenta entre los meses de noviembre a marzo; en los meses de junio a julio la temperatura desciende con constantes heladas, lo que es un riesgo para los cultivos que están en terrenos abiertos sin cercos vivos (INIA, 2007).

Los datos meteorológicos fueron registrados en el observatorio climático de la estación meteorológica de INIA, del Gobierno Regional de Ayacucho de la red hidrometereologica, ubicado a una altitud de 2735 msnm., situada entre las coordenadas de 174° 12' 82'' longitud Oeste y 13° 10' 9'' Latitud Sur, datos que servirán para la elaboración del Balance Hídrico

La tabla 2.2, muestra que durante la conducción del experimento (octubre 2013 a abril 2014), la temperatura varió entre 7.2 y 28.6 °C, siendo la mínima en abril (2014) y la máxima en Noviembre (2018). Durante el ciclo vegetativo del cultivo se registró una temperatura máxima promedio mensual de 27.89°C, la media 17.96°C y mínima promedio de 8.03°C siendo los meses cálidos octubre, noviembre y diciembre del 2018, luego en marzo del 2019

Durante el ciclo vegetativo del cultivo la precipitación total fue de 594.40 mm, donde la precipitación pluvial varió de 27.4 a 155.2 mm, registrándose la máxima en enero y la mínima en abril del 2019, siendo los meses de mayor precipitación el mes de diciembre del 2018 hasta marzo del 2019 y el resto de los meses se presentó una escasa precipitación

Tabla 2.2. Datos climatológicos correspondientes a la campaña agrícola 2018 – 2019 de la estación meteorológica de IINIA, Ayacucho

Estación	: INIA	Región	: Ayacucho	Latitud	: 13°10'09" s
		Provincia	: Huamanga	Longitud	: 74°12'82" w
		Distrito	: AACD	Altitud	: 2750 msnm

Meses	2018							2019					Total	Prom.
	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May		
T° Máxima media mensual (°C)	25,4	25	28	27,6	28,4	28,6	28	27,8	27,2	28,2	27	27		
T° Mínima media mensual (°C)	4,8	4,4	4,8	6,2	8	8	8,2	7,6	9	8,2	7,2	6		
T° Media mensual (°C)	15,1	14,7	16,4	16,9	18,2	18,3	18,1	17,7	18,1	18,2	17,1	16,5		
Factor	4,8	4,96	4,96	4,8	4,96	4,8	4,96	4,96	4,64	4,96	4,8	4,96		
ETP (mm)	72,48	72,91	81,34	81,12	90,27	87,84	89,78	87,79	83,98	90,27	82,08	81,84	1002	0,67
Precipitación (mm)	2,8	8,4	34,5	14,9	51,7	60,1	127,7	155,2	101,7	70,6	27,4	15,5	670,5	
ETP Ajustado(mm)	48,51	48,8	54,45	54,3	60,42	58,8	60,09	58,76	56,22	60,42	54,94	54,78		
Humedad de suelo (mm)	-45,7	-40,4	-20	-39,4	-8,72	1,3	67,61	96,44	45,48	10,18	-27,5	-39,3		
Exceso (mm)						1,3	67,61	96,44	45,48	10,18				
Déficit (mm)	45,71	40,4	19,95	39,4	8,72						27,54	39,28		

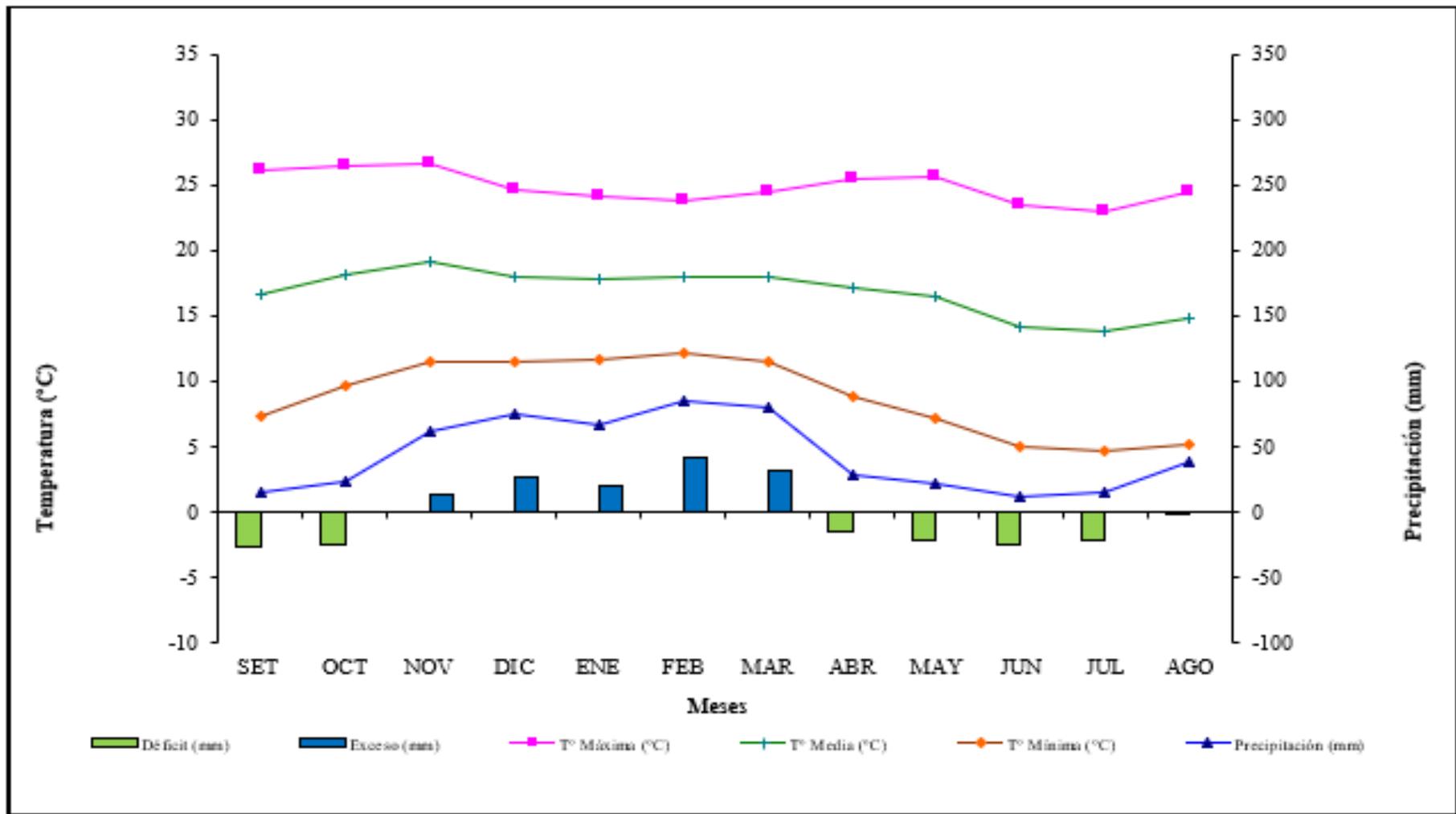


Figura 2.1. Diagrama ombrotérmico T° vs PP y balance hídrico, Elaborado con información de la estación Meteorológica INIA – Ayacucho.

2.5 Material genético empleado

El material genético que se empleó en el experimento fue Quinto ciclo de selección masal estratificada de un compuesto de maíz morado (*Zea mays*) Canaán, 2750 msnm –Ayacucho, instalada el año 2017-2018, que es una mezcla balanceada de las variedades de maíz morado de libre polinización, procedente de la Universidad Agraria la Molina (PMV 581), Negro Canaán (INIA) y morado arequipeño, ubicado en la jurisdicción del Distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Departamento Ayacucho, Provincia Huamanga, con un periodo vegetativo de 150 a 160 días a madurez fisiológica, con una gran variabilidad morfológica y productiva; cuyas características generales son:

Tabla 2.3. Características del compuesto de maíz morado

Característica	Valores
Altura de planta	280 ± 30 cm
Altura a la mazorca	176 ± 18 cm
Forma de mazorca	Cilíndrica
Color de grano	Negro
Color de tuza	Morado oscuro
Numero de hileras	8 – 10 – 12
Numero de granos por hilera	30 a 34
Tipo de grano	Amiláceo
Peso promedio de 1000 granos	420 gr.
Porcentaje de desgrane	80%
Color de la hoja	Verde oscuro
Color de tallo	Verde claro con jaspes purpuras
Color del estigma	Amarillo
Color de la panoja	Purpura claro
Número de mazorcas por planta	1 a 2 mazorcas por planta

Fuente: Tesis Espinoza (2017).

2.6 Descripción del campo experimental

Se instaló el experimento en un área de 1440 metros cuadrados el que está dividido en 10 bloques con 14.40 m de ancho y 100 metros de largo, cada bloque está formado por 6 parcelas que vienen a ser unidades experimentales.

Cada unidad experimental está dividida en 03 surcos de 2.40 metros de ancho y 10 metros de largo, en las que se sembró 75 golpes distanciados a 0.40 m donde se depositó 3 semillas por golpe.

2.6.1 Características del campo experimental

El campo experimental se compone de la siguiente manera:

- Ancho del campo : 14.40 m
- Largo del surco : 100.00 m
- Área neta del experimento : 1440 m²
- Total de surcos : 19
- Surcos en estudio : 18
- Distanciamiento entre surcos : 0.80 m
- Distanciamiento entre plantas : 0.20 m
- Longitud total de surcos : 1900/m
- N° de UE : 60
- Total de plantas evaluadas : 600

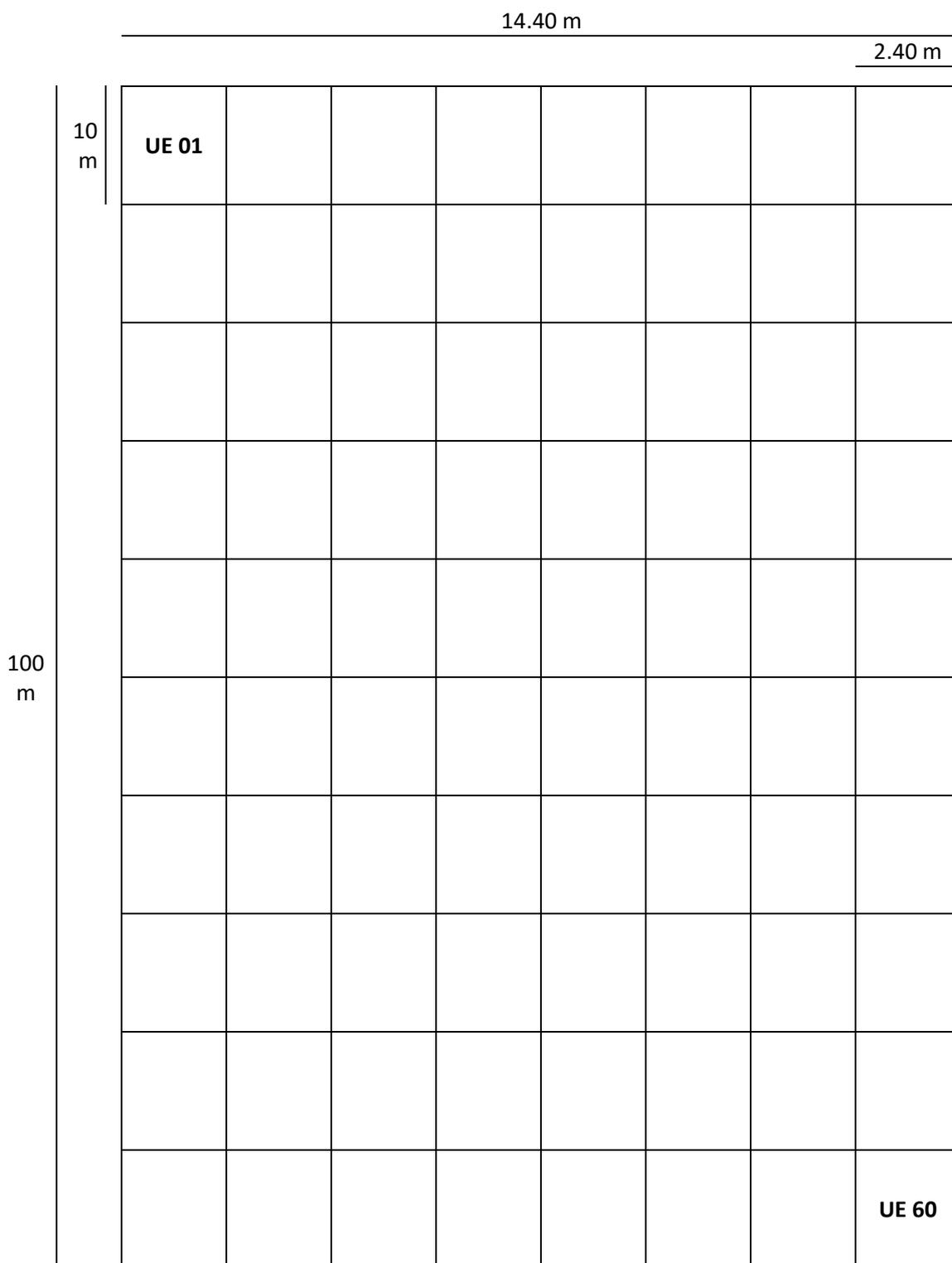


Figura 2.2. Croquis del campo experimental

2.6.2 Características de la unidad experimental (UE)

- Largo (paralelo al surco) : 10 m
- Ancho (perpendicular al surco) : 2.40 m
- Área de la UE : 24 m²
- N° de surcos por parcela : 3
- Distanciamiento entre surcos : 0.80 m
- Distanciamiento entre plantas : 0.40 m
- N° de plantas por surco : 50
- N° de plantas por UE : 150
- N° de muestra por UE : 10 Plantas
- Semillas por golpe : 01

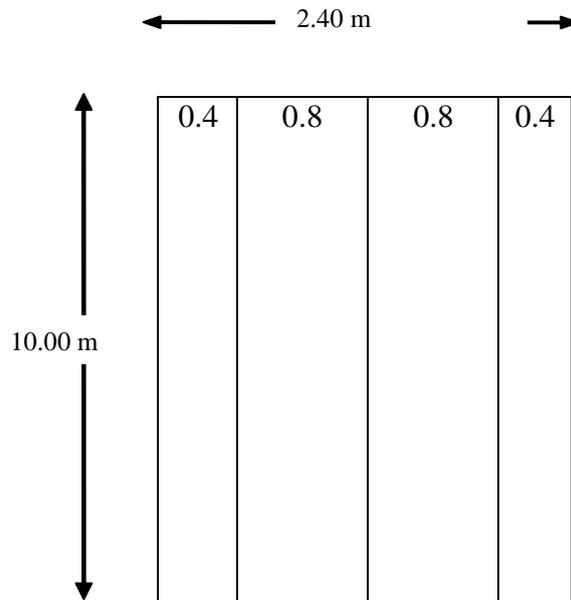


Figura 2.3. Croquis de la unidad experimental

2.7 Recursos disponibles

Humanos:

- Investigador - tesista
- Asesor de tesis
- Personal del Centro Experimental Canaán

Materiales:

Semilla de compuesto de maíz morado del quinto ciclo de mejoramiento.

Fertilizantes (Urea, FDA y Cloruro de potasio)

- Pesticidas
- Equipos y herramientas agrícolas
- Accesorios de riego por goteo

2.8 Instalación y conducción del ensayo

2.8.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno fue realizada con maquinaria agrícola (tractor), facilitada por el Centro Experimental Canaán- Ayacucho de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Primero se pasó con arado de discos seguido de rastra para el desterronado, mullido y nivelado del terreno, quedando el terreno listo para el surcado se realizó el 27 de setiembre de 2018.

2.8.2 Surcado

Una vez preparado el terreno se realizó el surcado el 29 de setiembre del 2018, con la ayuda de la surcadora a una distancia de 0.80 m. entre surcos

2.8.3 Demarcación y estacado del terreno

Esta labor se realizó el 29 de setiembre del 2018. De acuerdo al croquis previamente elaborado del experimento, se procedió a la demarcación de los bloques, parcelas, calles, bordes de cabecera y laterales respectivamente

2.8.4 Siembra

La siembra se realizó el 02 de octubre del 2018, con un distanciamiento de 0.80 m entre surcos, y 0.40 m entre golpes, depositando cuatro semillas por golpe a una profundidad aproximada de 5 cm. Luego utilizando herramientas manuales se procedió al tapado de las semillas

2.8.5 Abonamiento

La fórmula de abonamiento se empleó de acuerdo al requerimiento de extracción de la planta para una hectárea. La fórmula de abonamiento fue de 120(N) – 100(P) – 80(K), y como fuentes de fertilización fueron utilizados fertilizantes sintéticos: urea (46% de K₂O); fosfato diamónico (18% de N y 46% de P₂O₅) y cloruro de Potasio (60% de K₂O), se efectuó el abonamiento depositando el fertilizante entre golpes de las semillas en dos momentos: a la siembra la mitad del nitrógeno, todo el fosforo, todo el potasio y la segunda mitad del nitrógeno al momento del aporque

2.8.6 Riego

El riego del cultivo de maíz morado es una actividad de significativa importancia para el crecimiento y la productividad. La planta del maíz morado es muy sensible a la deficiencia de agua, por lo tanto, se realizó el riego en diferentes etapas de la planta

El primer riego se realizó el 04 de octubre del 2018, un día después de la siembra con la finalidad de proporcionar la humedad necesaria para la germinación de la semilla . Cabe señalar que los riegos fueron proporcionados oportunamente de acuerdo al requerimiento y fenología del cultivo, por el sistema de riego por goteo.

Durante los meses de enero – marzo la precipitación pluvial se presentó de forma regular por lo que la frecuencia de riegos fue menor.

2.8.7 Desahíje

Esta actividad se realizó el 24 de octubre del 2018, cuando las plantas tenían entre 20 y 25 cm. de altura, dejando en cada golpe dos plantas más vigorosas.

2.8.8 Deshierbo

Esta labor se realizó oportunamente de acuerdo al desarrollo del cultivo para evitar la competencia de las malezas en la absorción de nutrientes, y otros factores asociados al

rendimiento. El primer deshierbo se realizó el 30 de octubre del 2018 en forma manual, posteriormente el segundo deshierbo se realizó en plena floración femenina del maíz

2.8.9 Aporque

Se realizó en dos oportunidades y en forma manual. La primera el 30 de octubre del 2018 juntamente con el control de malezas; con la ayuda de un azadón una porción considerable de tierra se llevó a la base de cada planta para evitar el tumbado por el viento y otorgar mejor anclaje a las raíces adventicias; previas a esta labor se aplicó la segunda dosis de N con urea agrícola

2.8.10 Control de plagas y enfermedades

Esta actividad se realizó el 20 de noviembre del 2018, se realizó en el momento oportuno y de acuerdo a las evaluaciones técnicas en campo, frente a los problemas de plagas que se han presentado durante la realización del presente trabajo. Las plagas con mayor incidencia fueron el cogollero (*Spodoptera frugiperda* L); mazorquero (*Heliotis zea*) y el gorgojo del maíz (*Pagiocerus frontalis*) este último en el almacén

2.8.11 Cosecha y despanque

La cosecha se realizó el 26 de marzo del 2019, se realizó cuando los granos de las mazorcas alcanzaron su completa formación morfológica y fisiológica, cuando las brácteas que cubren las mazorcas estaban secas, aproximadamente cuando presentaron 22 % de humedad

Se realizó esta labor, en forma manual, cosechando 10 mazorcas, de plantas en competencia perfecta de los tres surcos centrales de cada unidad experimental. Luego fue llevada las mazorcas al secadero para lograr la humedad requerida.

2.8.12 Secado

Una vez cosechada las mazorcas de cada tratamiento se dejaron secar en el secadero, ubicado en el centro experimental de Canaán-UNSCH, por un aproximado de 30 días, hasta obtener mazorcas secas con un promedio de 12 - 13% de humedad, para así evitar el contagio por algunos agentes fungosos como es el caso de hongos, que podría bajar la calidad del color y calidad de producto, para luego realizar las evaluaciones correspondientes y el desgrane

2.8.13 Almacenamiento

La semilla obtenida al final de presente trabajo fue almacenado en recipientes herméticamente cerrados, previo control fitosanitario contra el ataque de gorgojo del maíz

2.9 Parámetros de evaluación

2.9.1 Rendimiento de grano por mazorca

Se tomó el peso de la mazorca por planta, luego de un proceso de secado de 30 días, con las observaciones correspondientes. Se aplicó la siguiente relación para tener el peso del grano de mazorca:

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 30 mazorcas elegidas 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 tuza por mazorca.

$$PTM = P_{Mz} - P_{MG}$$

Dónde:

- PTM es el peso de la tuza por mazorca.
- PMz es el peso de una mazorca.
- PGM es el peso del grano por mazorca.

2.9.2 Longitud de la mazorca

Este carácter se expresará en centímetros, tomando la distancia existente entre la base y el ápice de la mazorca.

2.9.3 Diámetro de la mazorca

En este carácter se tomó la medida de la mazorca que corresponde en la parte media perpendicular a su longitud o diámetro de la coronta, expresándose en centímetros.

2.9.4 Número de hileras por mazorca

Se determinó contando el número de hileras por mazorca existente en cada tratamiento luego se procedió a promediar por mazorca.

2.9.5 Peso de 1000 semillas

Se determinó para cada tratamiento, de 100 granos al azar para luego ser pesado en una balanza de precisión y por medio de una regla de tres simples se llevó al peso de mil semillas.

2.9.6 Diámetro de la tusa

En este parámetro se tomó la medida de la tuza que corresponde en la parte media perpendicular a su longitud o diámetro de la tuza, expresándose en cm.

2.9.7 Peso de la mazorca

Se realizó el pesado de la mazorca con 14 por ciento de humedad aproximadamente, considerando granos y tusas.

2.9.8 Peso de grano/mazorca

Se evaluó este parámetro después de la cosecha en mazorcas con 14 por ciento de humedad aproximadamente. Este valor correspondió a la diferencia del peso total de grano y tusa.

2.9.9 Peso de tusa/ mazorca

Se tomó la mazorca a los que se les retiró los granos, utilizando únicamente la coronta con un 14 por ciento de humedad aproximadamente expresado en gramos.

2.10 Evaluación estadística

Las observaciones se evaluaron en un análisis de varianza correspondiente el Diseño Completamente Randomizado constituido por siete bloques con diez unidades experimentales cada bloque, haciendo un total de 60 unidades experimentales de selección y 10 repeticiones por parcela; de donde se cosecharon las plantas en competencia perfecta que fueron las mejores por sus características de la mazorca.

De esta manera se obtuvo una población de 600 plantas cuyas mazorcas fueron depositadas en bolsas por separado, donde se tomaron los caracteres de evaluación. Para formar la variedad mejorada

El modelo aditivo lineal para el análisis estadístico de la información cuantificada del experimento, en la determinación de la variancia será el siguiente:

$$Y_{ij} = U + P_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es una observación de la i -ésima parcela y j -ésima observación dentro de la parcela

U = Es el promedio general de todas las parcelas

P_i = Es el efecto de la i -ésima parcela

E_{ij} = Es una observación correspondiente a la j -ésima observación dentro de las parcelas en la i -ésima parcela.

2.11 Análisis genético

Se realizará en base al análisis de variancia siguiente:

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios Esperados
Entre Parcelas	$p - 1$	M_2	$\delta^2 + r\delta^2$ $g \quad E$
Dentro de Parcelas	$p(r-1)$	M_1	δ^2 g
Total	$pr-1$		

Dónde:

- p es el número de parcelas.
- r es el número de plantas por parcela.

La prueba de F correspondiente se realiza de la siguiente manera:

$$FC_{(entre\ parcela)} = \frac{M_2}{M_1} \qquad Ft = F[\alpha, p - 1, p(r - 1)]$$

$$FC_{(dentro\ de\ parcela)} = \frac{M_2}{M_2 - M_1} \qquad Ft = F[\alpha, p - 1, (p - 1)]$$

La variancia genética (δ_g^2) la variancia ambiental (δ_E^2), la variancia fenotípica (δ_p^2) y la heredabilidad (h^2) se calculan mediante las siguientes relaciones:

$$\delta_g^2 = M_1 \quad \delta_E^2 = \frac{M_2 - M_1}{r}$$

$$\delta_p^2 = \delta_g^2 + \delta_E^2$$

$$h^2 = \frac{\delta_g^2}{\delta_p^2}$$

La ganancia por selección (G) se estima mediante la siguiente ecuación

$$G = \frac{(\bar{x}_s - \bar{x}_0)}{2}$$

Dónde:

= Promedio de plantas seleccionadas

\bar{x}_0 = Promedio de la población original

El promedio de la población mejorada \bar{x} se obtiene con la siguiente relación

$$\bar{x} = \bar{x}_0 + G$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados que a continuación se presentan corresponden a ocho caracteres evaluados. En primer lugar, se presenta los resultados por selección de genotipos superiores, luego la relación del de peso mazorca con caracteres de mazorca y la asociación entre caracteres. Para todos los caracteres se determinó los cuadrados medios, componentes de variancia, heredabilidad y selección

3.1 Selección de genotipos superiores

3.1.1 Variación de caracteres entre y dentro de parcelas

En la tabla 3.1 se observa los cuadrados medios entre parcelas y dentro de parcelas de los ocho caracteres de mazorcas de maíz morado como son: Longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (mm), diámetro de tusa (mm), numero de hileras por mazorca, peso de 1000 semillas (g), peso de mazorca (g), peso de grano por mazorca (g) y peso de tusa (g). Se encontró diferencia altamente significativa entre parcelas en los caracteres de longitud de mazorca (16.56 cm), diámetro de mazorca (45.67 mm), diámetro de tuza (24.51mm), peso de 1000 semillas (491.48 g), peso de mazorca (142.45 g), peso de grano (124.56 g) y peso de tuza (17.89 g); esto indica que la variación ambiental más variación genética es altamente significativa; no se encontró diferencia significativa entre parcelas para hileras por mazorca (10.71), significa que este carácter no es influenciado por el ambiente (tabla 3.1). Se encontró alta significación estadística dentro de parcelas, en todos los caracteres, esto indica que la variación genética es altamente significativa para estos caracteres (Sprague, 1996). El promedio para la longitud de mazorca y el diámetro de mazorca está dentro del rango reportado por Velásquez (1999), el promedio para hileras por mazorca está dentro del rango reportado por Araujo (1995); el promedio para el peso de mazorca y el peso de grano supera

el rango reportado por Velásquez (1999) el peso promedio de tusa y el peso de 100 semillas son superiores a los obtenidos por Alca (2000).

Bautista (2018) reporta para: Longitud de mazorca (16.831 cm), diámetro de mazorca (46.585 mm), número de hileras por mazorca (11.157), peso de 1000 semillas (448.867 g), diámetro de tusa (25.187 mm), peso de mazorca (150.810 g), peso de grano (130.528 g) y peso de tusa (20.592 g) en la que se observa que los promedios obtenidos son ligeramente mayores en la mayoría de los parámetros evaluados, la que debe ser la influencia del medio ambiente (clima)

Los promedios de los diferentes caracteres en el presente estudio en general son superiores a los promedios del anterior ciclo de selección (Espinoza, 2017), así se tiene que los promedios en el ciclo anterior fueron: longitud de mazorca 15.353 cm, diámetro de mazorca 45.23 cm, número de hileras 10.719, diámetro de tusa 25.87 mm, peso de mazorca 103.956 g, peso de grano 83.869 g y peso de tusa 15.128 g; mientras que Quispe (2017) en el tercer ciclo de selección masal estratificada de un compuesto de maíz morado, encontró los siguientes promedios: longitud de mazorca 16.49 cm, diámetro de mazorca 46.8 mm, peso de 1000 semillas 386.24 g, diámetro de tusa 28.0 mm, peso de mazorca 127.58 g, peso de grano 108.71 g y peso de tusa 18.11 g

Los coeficientes de variación fluctúan de 9.26 a 35.53 %, estos valores son aceptables, para este tipo de experimentos. (Calzada ,1970), solamente en caso del carácter peso de 1000 semillas y peso de tusa el coeficiente de variación fue de 35.34 y 35.53 respectivamente.

Tabla 3.1. Cuadrados medios de ocho caracteres de maíz morado (*Zea mays L.*) del sexto ciclo de selección masal estratificada de un compuesto. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Fuente	GL	Cuadrados medios							
		Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
Entre parcelas	59	4.250	12.381	10.479	3.261	72406.150	365.872	349.383	57.627
Dentro de parcelas	540	3.347	17.866	7.159	3.709	30169.970	587.028	469.090	40.396
Total	599								
CV (%)		11.05	9.26	10.92	17.98	35.34	17.01	17.39	35.53
Promedio		16.56	45.67	24.51	10.71	491.48	142.45	124.56	17.89

3.1.2 Componentes de variancia, heredabilidad y selección

En la tabla 3.2 se puede observar los componentes de varianza y heredabilidad de ocho caracteres de mazorca. La variancia genética fue altamente significativa en todos los caracteres. Esto significa que dentro de estos caracteres existen diferencias genéticas que serán favorables para la selección.

La importancia de la variancia genética se determina mediante la heredabilidad, para la longitud de mazorca fue 97.4%, diámetro de mazorca 100%, diámetro de tusa 95.6%, hileras por mazorca 100%, peso de 1000 semillas 97.7%, peso de mazorca 100%, peso de grano 100% y peso de tusa 95.9%; estos valores son considerados altos y favorables para la selección.

Bautista (2018), Obtuvo los siguientes porcentajes de heredabilidad para: Longitud de mazorca 100.0 %, diámetro de mazorca 83.5 %, hileras por mazorca 99.3 %, número de granos por mazorca 94.9 %, peso de 1000 semillas 93.7 %, diámetro de tusa 88.4 %, peso de mazorca 80.5 %, peso de grano 80.8 % y peso de tusa 96.5 %

Valenzuela (2014) “reporta heredabilidad de 94 % para longitud de mazorca y 80 % diámetro de mazorca”. Valores similares a los obtenidos por Hallauer & Miranda (1981) y Quispe (1999).

Quispe (2017) obtuvo heredabilidad de 87.7, 99.4, 96.9, 99.7, 92.6, 92.8 y 95.2 % para la longitud de mazorca, hileras por mazorca, peso de 1000 semillas, diámetro de tuza, peso de mazorca, peso de grano y peso de tuza respectivamente, los cuales también son altos y concuerdan con los resultados del presente experimento

Espinoza (2017) en el ciclo anterior de selección encontró los siguientes resultados de heredabilidad: 97.40, 90.80, 100.00, 84.40, 96.70, 98.00 y 94.10 % para los caracteres longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, diámetro de tusa, peso de mazorca, peso de grano y peso de tusa respectivamente

La ganancia por selección en los caracteres de: Longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de tuza, hileras por mazorca, peso de 1000 semillas, peso de mazorca, peso de grano y peso de tuza fueron 0.360 cm, 0.986 mm, 0.486 mm, 0.628, 0.450 g, 12.796 g, 10.802 g y 1.912 g respectivamente, esto representa la diferencia entre el promedio poblacional mejorado y el promedio de la población original, siendo el promedio de la población mejorada de 16.920 cm, 46.656 mm, 24.994 mm, 11.338, 491.925 g, 155.246 g, 135.365 g y 19.800 g

respectivamente, la mejora en porcentaje representa para la longitud de mazorca 2.176 %, diámetro de mazorca 2.160%, diámetro de tusa 1.984%, hileras por mazorca 5.867%, peso de 1000 semillas 0.091%, peso de mazorca 8.983%, peso de grano 8.672% y peso de tusa 10.690%.

Bautista (2018) obtuvo la ganancia por selección en los caracteres de longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, número de granos por mazorca, peso de 1000 semillas, diámetro de tusa, peso de mazorca, peso de grano y peso de tusa fueron: 0.124 cm, 0.482 mm, 0.094, 8.336, 8.930 g, 0.253 mm, 6.054 g, 5.218 g y 0.918 g respectivamente

Espinoza (2017) en el anterior ciclo de selección obtuvo respuestas a la selección de 0.356 cm, 0.052 cm, 0.141, 0.361, 0.033 cm, 6.036 g, 5.227 g y 0.840 g para los caracteres longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, diámetro de tusa, peso de mazorca, peso de grano y peso de tusa respectivamente, estos representan los siguientes porcentajes de mejora: 2.319, 1.151, 1.312, 2.396, 1.291, 5.806, 5.881 y 5.550 respectivamente en cada carácter señalado

Salinas (2015) obtuvo la ganancia por selección en tres variedades de maíz morado, en promedio alcanzó un valor de 0.76 cm para la longitud de tusa, para el cultivar PMV 581 fue de 0.85 cm, para el cultivar Arequipeño fue 0.71 cm y para el cultivar INIA 615 Negro Canaán fue de 0.73 cm. Así por efecto de la alta heredabilidad de estas variables existe un porcentaje de mejora de 8%, 7% y 7% respectivamente en los tres cultivares

Valenzuela (2012), reporta porcentajes de mejora para la longitud mazorca 3.29%, peso de mazorca 5.63%, peso de tusa 17.86%, diámetro de mazorca 1.61%, hileras por mazorca 1.07%, peso de grano 3.50% y peso de 1000 semillas 1.65%

Quispe (2017) reporta ganancias por selección en los caracteres de longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, peso de 1000 semillas, diámetro de tusa, peso de mazorca, peso de grano y peso de tusa con 0.128 cm, 0.047 cm, 0.370, 6.531 g, 0.039 cm, 6.165 g, 5.725 g y 0.437 g respectivamente

Tabla 3.2. Componentes de variancia, heredabilidad y selección de ocho caracteres de maíz morado (*Zea mays* L.) del sexto ciclo de selección masal estratificada de un compuesto. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Componentes de variancia, heredabilidad y selección		Longitud	Diámetro	Diámetro	Número	Peso de	Peso de	Peso de	Peso de
		de mazorca	De mazorca	de tusa	de hilera de granos	1000 granos	mazorca	grano	tusa
		cm	Mm	mm		g	g	g	g
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
Variancia genética	σ_G^2	3.347	17.866	7.159	3.709	30169.970	587.028	469.090	40.396
Variancia ambiental (parcelas)	σ_P^2	0.090	0.000	0.332	0.000	4223.618	0.000	0.000	1.723
Variancia fenotípica	σ_F^2	3.437	17.866	7.491	3.709	34393.588	587.028	469.090	42.119
Heredabilidad	h^2	0.974	1.000	0.956	1.000	0.877	1.000	1.000	0.959
Promedio población	\bar{Y}_0	16.560	45.670	24.508	10.710	491.475	142.450	124.563	17.888
Promedio selecciones	\bar{Y}_S	17.300	47.643	25.525	11.967	492.500	168.042	146.167	21.875
Diferencial de selección	DS	0.740	1.973	1.018	1.257	1.025	25.592	21.604	3.988
Ganancia por selección	GS	0.360	0.986	0.486	0.628	0.450	12.796	10.802	1.912
Porcentaje de mejora	%GS	2.176	2.160	1.984	5.867	0.091	8.983	8.672	10.690
Promedio población mejorada	\bar{Y}_1	16.920	46.656	24.994	11.338	491.925	155.246	135.365	19.800
Porcentaje plantas seleccionadas		2.273	2.273	2.273	2.273	2.273	2.273	2.273	2.273

3.2 Relación peso mazorca con caracteres de mazorca

Tabla 3.3. Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise del peso de mazorca sobre longitud de mazorca y diámetro de mazorca en maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Modelo	2	81678	40839.0	112.65	<.0001
Error	597	143921	362.5		
Total	599	225599			

$R^2=8$

La relación del carácter de peso de mazorca con longitud de mazorca y diámetro de mazorca se muestra en la tabla 3.3 mediante una regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, esta relación resulta altamente significativo, siendo el coeficiente de determinación de 99.98%, lo cual indica que la variación del peso de mazorca, está influenciada o relacionada con la longitud de mazorca y diámetro de mazorca con alta significación estadística

Bautista (2018) reporta un coeficiente de determinación de 98.14 %, lo cual indica que la variación del peso de mazorca, está influenciada o determinada por la altura de planta, peso de grano y peso de tusa con alta significación estadística

Espinoza (2017) en el anterior ciclo de selección obtiene 99.83 % de coeficiente de determinación, pero en una relación del peso de mazorca con hileras por mazorca, peso de grano y peso de tusa. Quispe (2017) con las mismas variables obtuvo 99.70% en este coeficiente.

Tabla 3.4. Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple del peso de mazorca sobre la longitud de mazorca y diámetro de mazorca en maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Variable	Coeficiente de regresión	Error estándar	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Término independiente	-70.131	14.363	8643.0	23.84	<.0001
Longitud de mazorca	6.120	0.518	50645.0	139.70	<.0001
Diámetro de mazorca	2.435	0.231	40458.0	111.60	<.0001

En la tabla 3.4 se muestra que los coeficientes de regresión del peso de mazorca sobre la longitud de mazorca y diámetro de mazorca las que son altamente significativos. Se demuestra que por cada centímetro de incremento de longitud de mazorca el peso de mazorca se incrementa en 6.120 g, y por cada milímetro de incremento en el diámetro de mazorca el peso de mazorca se incrementa en 2.435 g, en cada caso independientemente de los otros caracteres, la selección positiva de mayores pesos de mazorca no se dan en gramos sino en miligramos, por lo tanto por cada miligramo adicional de incremento en el peso de mazorca sería 0.6120 g, por lo que los mayores incrementos por selección se darían con la selección positiva de longitud de grano y diámetro de mazorca.

Bautista (2018) reporta que por cada centímetro de incremento de la altura de planta el peso de mazorca se incrementa en 3.58 g, por cada gramo de incremento del peso de grano, el peso de mazorca se incrementa en 0.982 g y por cada gramo de peso de tusa, el peso de mazorca se incrementa en 1.005 g

Espinoza (2017) obtuvo un coeficiente de regresión de -0.0561 para hileras por mazorca, 1.0018 para peso de grano y 1.0024 para peso de tusa.

Quispe (2017) “obtiene valores de coeficientes de regresión de la relación peso de mazorca sobre peso de grano (0.998) y peso de tusa (1.027), valores similares al presente estudio”

Tabla 3.5. Resumen de selección de Stepwise con las variables diámetro de mazorca y longitud de mazorca en maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Variable introducida	Número de variables	R ² parcial	R ² modelo	Fc	Pr > Fc
Longitud de mazorca	1	0.183	0.183	88.98	<.0001
Diámetro de mazorca	2	0.179	0.362	111.60	<.0001

En la tabla 3.5 se muestra el resumen de la selección Stepwise con las dos variables incluidas en orden de mérito, primero la longitud de mazorca y segundo el diámetro de la mazorca, la longitud de mazorca es de mayor importancia en la estimación del peso de mazorca, sin embargo, diámetro de mazorca es también de importancia para la selección.

Bautista (2018) reporta que el peso de mazorca está influenciado, primero por el peso de grano, segundo el peso de tusa y tercero por la altura de planta, siendo el peso de grano el de mayor importancia en la estimación del peso de mazorca.

Quispe (2017) obtuvo similar resultado en importancia de las variables peso de grano (primero) y peso de tusa (segundo)

Tabla 3.6 . Peso de mazorca (g) de maíz morado (*Zea mays* L.) para valores diferentes de longitud de mazorca y diámetro de mazorca. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (mm)				
	17.00	27.50	38.00	48.50	59.00
12.00	44.70	70.27	95.84	121.41	146.97
14.25	58.47	84.04	109.61	135.18	160.74
16.50	72.24	97.81	123.38	148.95	174.51
18.75	86.01	111.58	137.15	162.72	188.28
21.00	99.78	125.35	150.92	176.49	202.05

De acuerdo al modelo de regresión lineal múltiple del peso de mazorca sobre la longitud de mazorca y diámetro de mazorca, con los coeficientes de regresión señalados en la tabla 3.5 y 3.6 se puede apreciar valores estimados de peso de mazorca, cuando el diámetro varía de 17 y 59 mm y la longitud de mazorca entre 12 a 21 cm, este modelo también se muestra en la figura 3.1. Se puede apreciar que cuando la longitud de mazorca incrementa en 1.000 cm, el peso de mazorca se incrementa en 6.120 gramos y cuando el diámetro de la mazorca se incrementa en 1.000 mm, el peso de mazorca se incrementa en 2.435 g. El mínimo peso de mazorca (44.70 g) según el modelo de regresión se da con 12 cm de longitud de mazorca y 17 mm de diámetro de mazorca. El máximo peso de mazorca (202.05 g) se da con 21 cm de longitud de mazorca y 59 mm de diámetro de mazorca (figura 3.1).

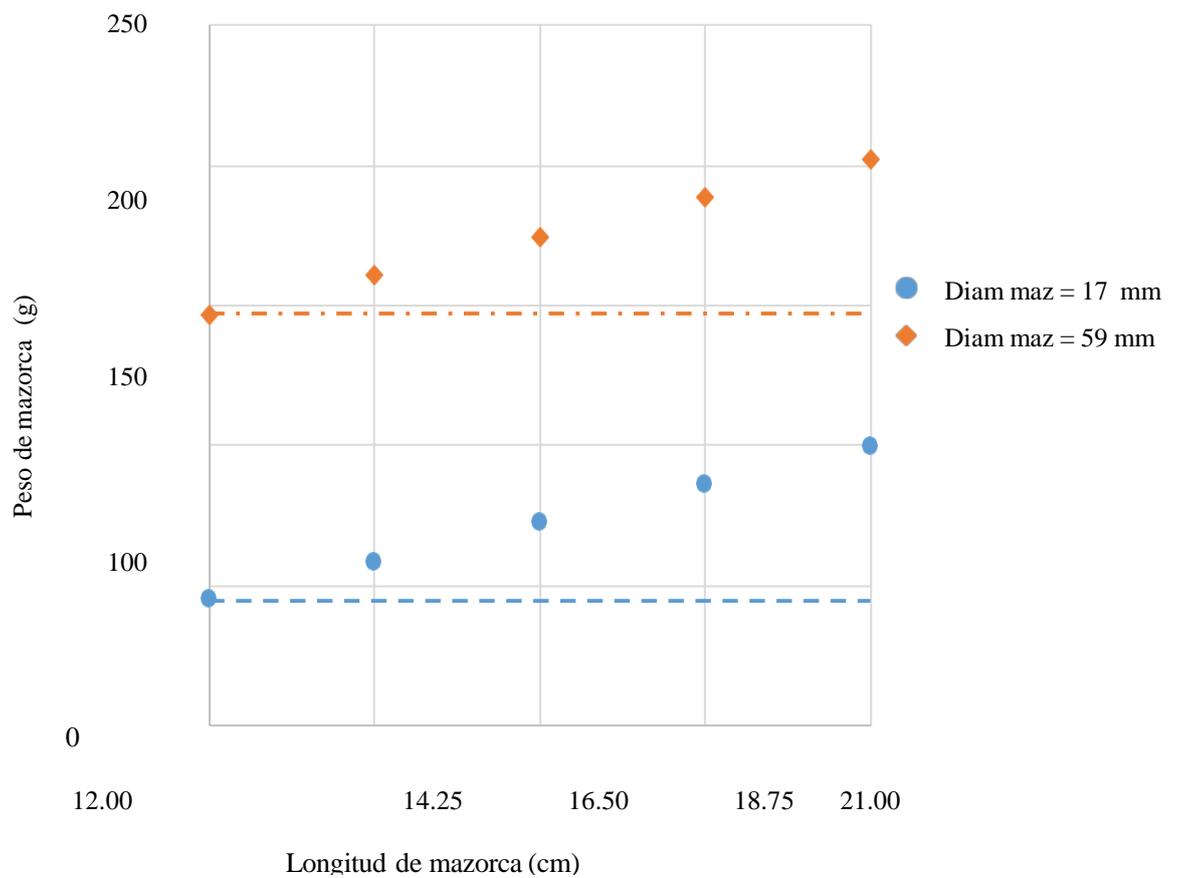


Figura 3.4. Regresión de peso de mazorca (g) de maíz morado (*Zea mays* L.) sobre longitud de mazorca y diámetro de mazorca. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

$$Y = -70.131 + 6.120 \text{ Long} + 2.435 \text{ Diám}$$

3.3 Asociación entre caracteres

Tabla 3.7. Coeficientes de correlación entre caracteres de mazorca de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho

	Longitud de mazorca cm Y1	Diámetro de mazorca mm Y2	Diámetro de tusa mm Y3	Número dehileras de granos Y4	Peso de 1000 granos g Y5	Peso de mazorca g Y6	Peso de grano g Y7	Peso de tusa g Y8
Y1		-0.116 *	0.027	0.141 **	-0.027	0.427 **	0.386 **	0.295 **
Y2			0.453 **	0.384 **	-0.052	0.371 **	0.333 **	0.263 **
Y3				0.254 **	-0.014	0.266 **	0.173 **	0.404 **
Y4					-0.093	0.528 **	0.505 **	0.268 **
Y5						-0.009	0.009	-0.062
Y6							0.964 **	0.487 **
Y7								0.238 **

La correlación de 8 caracteres de la mazorca se observa, en la tabla 3.7; donde el peso de mazorca está asociado con alta significación estadística con la longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, peso de 1000 semillas, diámetro de tusa, peso de grano y peso de tusa, esto significa que la selección positiva de mazorcas de mayores dimensiones con estos 7 caracteres es recomendable para incrementar el peso de mazorca “Simultáneamente seleccionar caracteres de calidad tales como color morado intenso de tusa y grano, y forma de la mazorca homogénea” (Phoelhman, 1981; Brauer, 1973; Allard, 1980 y Quispe, 1999); los resultados obtenidos en el presente estudio son similares con los obtenidos por: Bautista (2018), Espinoza (2017), Quispe (2017), Valenzuela (2012) y Alca (2000)

CONCLUSIONES

Bajos las condiciones que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, se puede concluir lo siguiente:

1. El promedio de la población en longitud de mazorca (16.56 cm), diámetro de mazorca (45.67 mm), diámetro de tuza (24.51mm), peso de 1000 semillas (491.48 g), peso de mazorca (142.45 g), peso de grano (124.56 g) y peso de tuza (17.89 g); esto indica que la variación ambiental más variación genética es altamente significativa.
2. La variancia genética fue altamente significativa en todos los caracteres, la heredabilidad para la longitud de mazorca fue 97.4%, diámetro de mazorca 100%, diámetro de tusa 95.6%, hileras por mazorca 100%, peso de 1000 semillas 97.7%, peso de mazorca 100%, peso de grano 100% y peso de tusa 95.9%; estos valores son considerados altos y favorables para la selección.
3. La ganancia por selección en los caracteres de: Longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de tuza, hileras por mazorca, peso de 1000 semillas, peso de mazorca, peso de grano y peso de tuza fueron 0.360 cm, 0.986 mm, 0.486 mm, 0.628, 0.450 g, 12.796 g, 10.802 g y 1.912 g respectivamente.
4. La variación del peso de mazorca, está relacionada con alta significación estadística sobre la longitud de mazorca y diámetro de mazorca por lo que se demuestra que por cada centímetro de incremento de longitud de mazorca el peso de mazorca se incrementa en 6.120 g, y por cada milímetro de incremento en el diámetro de mazorca el peso de mazorca se incrementa en 2.435 g.

RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones obtenidas a lo largo del presente trabajo, proponemos las siguientes recomendaciones:

1. Realizar el séptimo ciclo de selección masal con la siembra de la población mejorada del presente estudio.
2. Evaluar rendimientos en diferentes zonas productoras de maíz morado.
3. Evaluar caracteres de calidad en un programa de selección recurrente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, D. 2008. Tesis Comportamiento de tres híbridos de maíz duro (*Zea mays L.*) con cuatro niveles de fertilización en la parroquia la concepción cantón mira. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Ecuador.
- Alca, M. R. 2002. Selección masal estratificada en maíz morado (*Zea mays L.*) Canaán 2750 msnm- Ayacucho. UNSCH- Ayacucho- Perú. Tesis para el título de Ingeniero Agrónomo Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Formación Profesional de Agronomía UNSCH. Ayacucho – Perú.
- Allard, R. W. 1980. Principios de la mejora genética. 4ta Edit. Edit. Omega S.A. España. 498 p.
- Araujo, J. 1995. Estudio de la extracción de colorante de maíz morado (*Zea mays L.*) con el uso de enzimas. Tesis para el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima-Perú
- Arroyo J, Raez E, Rodríguez M, Chumpitaz V, Burga J, De la Cruz W, Burga J, Valencia J. 2008. Actividad antihipertensiva y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de maíz morado (*Zea mays L.*) Rev Peru Med Exp Salud Publ 25: 195 - 199.
- Brauer, O. 1973. Fitogenética Aplicada. 1ra Edit Limusa. México 495 p.
- Bernaldina, A. P. 2016. Efecto de la aplicación de humatos de potasio y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado cv. prosemillas (*Zea mays L.*) bajo RLAF: goteo. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Agrónoma en la Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- Calzada, B. J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación 3ra Edit. Editorial Jurídica S.A. Lima – Perú.
- Elías, J. y Gamero, D. 1988. Obtención de colorante a partir de maíz morado. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico. UNI. Lima - Perú.
- Espinoza Q. J. 2016. Segundo ciclo de selección masal estratificada de un compuesto de maíz morado (*Zea mays L.*). Canaán a 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho –Perú.

- Flores, C. D. 2008. *Zea mays* L. variedad morada y su efecto protector de daño osteoarticular en artritis inducida en ratas tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias de la Salud, Facultad de Medicina Humana Unidad de Postgrado U.N.M.S.M. Lima – Perú.
- FOPEX 1984. Descripción de la exportación del maíz gigante del Cusco. Pag.49-50
- Guillén, S. J, Mori, A. S, Paucar, M. L. M. 2014. Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. subnigroviolaceo. Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Santa, Ancash-Perú. Artículo Scientia Agropecuaria, 2014. Pag.211-217 Editor UNT. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Hallauer, A. y Miranda, B. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University. Press/Ames. 468p.
- Hernández, M. 2016. Extracción de antocianina a partir de maíz morado (*Zea mays* L.) para ser utilizado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. 12 – 14 p.
- Humar, L. 1993. (*Amaranthus caudatus*), el pequeño gigante. Programa de investigación amarantos. Boletín N°03; Setiembre Cusco – Perú.
- INIA-2007. Estación Experimental Agraria Canaán –Ayacucho- 2007 “Nueva variedad de maíz morado para la sierra peruana”.
- Justiniano, A. E. 2010. Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mays* L.) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de la molina” tesis para optar el Grado de: Magíster Scientiae, Escuela de Post Grado especialidad de producción agrícola. Lima – Perú.
- Llanos, M. 1984. El maíz, su cultivo y aprovechamiento. Edit. Mundi Prensa España. 318 p.
- Nevado, M. y 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.
- Manrique, CH. 1988. El maíz en el Perú. Edit. EDIGRAF S.A.
- Manrique, A. 1997. El maíz en el Perú. 2da edic. CONCYTEC. Perú.

- Mendoza, N. 2017. Contenido de antocianina y rendimiento de seis variedades de maíz morado (*Zea mays* L.), Canaán 2735 msnm – Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
- Ortiz, K. 2013. Elaboración de un sorbete a base de harina de maíz morado (*Zea mays* L) mezclado con bacterias lácteas naturales. Universidad Dr. José Matías Delgado. El Salvador. Capítulo VI, Art. 46.
- Otiniano, V. 2012. Actividad antioxidante de antocianinas presentes en la coronta y grano de maíz (*Zea mays* L.) variedad morada nativa cultivada en la ciudad de Trujillo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Cesar Vallejo. 74 p.
- Pacheco, R. A. 2009. Selección masal estratificada en dos variedades achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2750 msnm-Ayacucho. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Formación Profesional de Agronomía UNSCH. Ayacucho – Perú.
- 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. Ayacucho – Perú.
- Poelhman, J. M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. México. 453 p.
- 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.
- Quispe, J.F, Gorriti, G. A., Arroyo, C. K. 2011. Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.): Revista. Soc. Química Perú, 77(3): 205-218.
- Quispe, J. O. 2007. Fertilización N-P-K densidad de plantas en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2750 msnm. Ayacucho Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH- Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Formación Profesional de Agronomía UNSCH. Ayacucho-Perú.
- Quispe M. S. 2017. Cuarto ciclo de selección masal estratificada en maíz morado (*Zea mays* L.), Canaán 2735 msnm – Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero

Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú. Sin publicar.

Salinas, R. 2015. Mejoramiento poblacional de un compuesto de maíz morado (*Zea mays* L) Canaán 2735 msnm-Ayacucho. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Formación Profesional de Agronomía UNSCH. Ayacucho – Perú.

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.

Tineo, A.; Palomino R.; Cerda, M. & Giron J. 2004. Manual de fertilidad de suelos. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.

Valenzuela, Y. M. 2014. Selección masal estratificada en maíz morado (*Zea mays* L.) II etapa Canaán 2735 msnm. Ayacucho. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Formación Profesional de Agronomía UNSCH. Ayacucho – Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Caracteres de mazorcas de maíz morado del sexto ciclo de selección masal estratificado

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P01	15	51	25	12	290	145	125	20
P01	17	49	26	12	250	135	105	30
P01	15	47	24	14	250	145	120	25
P01	16	41	24	10	250	90	70	20
P01	19	45	25	8	500	135	100	35
P01	17	47	27	12	500	170	145	25
P01	18	45	27	10	350	170	135	35
P01	16	39	18	10	400	110	100	10
P01	16	50	25	12	500	170	150	20
P01	13	44	23	10	500	115	100	15
P03	16	48	24	10	750	170	145	25
P03	18	48	25	10	500	155	140	15
P03	15	46	25	12	500	150	130	20
P03	17	48	28	12	250	125	95	30
P03	14	46	27	8	500	130	110	20
P03	13	49	27	10	400	145	115	30
P03	13	46	24	12	450	135	115	20
P03	17	47	28	10	500	155	135	20
P03	13	52	31	10	750	140	115	25
P03	18	40	18	8	250	125	115	10
P06	17	48	27	10	750	160	135	25
P06	17	45	30	12	500	125	110	15
P06	18	46	25	12	500	150	125	25
P06	20	44	24	10	500	160	135	25
P06	19	46	22	8	750	145	125	20
P06	18	47	27	12	500	145	125	20
P06	12	46	26	10	750	80	70	10
P06	18	46	23	10	500	165	145	20
P06	15	39	19	8	250	85	75	10
P06	18	52	25	14	400	190	175	15
P07	16	38	20	8	750	100	90	10
P07	21	47	28	12	500	155	135	20
P07	18	45	24	10	750	160	140	20
P07	19	39	21	10	500	130	110	20

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P07	17	40	26	12	250	100	80	20
P07	16	50	23	10	500	140	125	15
P07	16	53	28	14	750	160	145	15
P07	20	37	19	8	650	135	120	15
P07	15	53	23	12	500	145	130	15
P07	21	42	23	8	750	165	145	20
P08	16	48	28	10	550	145	125	20
P08	14	48	24	12	750	135	125	10
P08	17	48	25	12	500	160	140	20
P08	18	45	22	10	500	140	125	15
P08	17	48	28	10	750	170	140	30
P08	21	43	26	10	500	140	125	15
P08	21	44	25	10	750	145	120	25
P08	18	51	28	12	500	185	165	20
P08	13	49	25	12	600	135	120	15
P08	18	43	22	10	550	150	135	15
P09	16	51	28	12	500	115	95	20
P09	17	48	26	12	500	160	135	25
P09	18	45	25	10	250	165	145	20
P09	19	45	28	10	200	135	120	15
P09	18	48	26	10	750	170	150	20
P09	17	45	26	10	500	160	140	20
P09	13	45	25	10	500	110	95	15
P09	15	48	24	10	400	115	100	15
P09	15	46	22	12	450	140	130	10
P09	15	44	23	10	750	125	110	15
P10	14	51	24	10	550	115	100	15
P10	17	51	30	12	600	175	145	30
P10	17	48	24	10	450	190	170	20
P10	17	43	22	10	250	160	140	20
P10	15	39	21	10	250	125	115	10
P10	17	46	25	12	500	155	140	15
P10	13	46	25	14	500	105	90	15
P10	15	47	25	10	750	140	125	15
P10	18	48	25	12	750	185	170	15
P10	17	39	19	8	750	135	125	10
P11	14	52	20	14	500	140	120	20

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
P	cm	mm	mm		g	g	g	g
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P11	18	45	25	12	650	140	110	30
P11	16	48	25	14	550	140	115	25
P11	15	44	23	10	750	95	75	20
P11	18	45	26	8	500	140	105	35
P11	18	48	25	12	750	150	125	25
P11	19	46	24	10	500	165	130	35
P11	16	36	19	8	500	115	105	10
P11	15	51	25	10	750	175	155	20
P11	14	45	24	12	500	120	110	10
P13	15	48	23	10	300	160	140	20
P13	17	49	24	12	450	150	140	10
P13	17	46	25	10	250	155	140	15
P13	19	49	27	10	750	130	105	25
P13	15	47	27	10	500	135	120	15
P13	16	52	26	8	550	140	115	25
P13	14	46	23	10	600	135	110	25
P13	15	48	27	12	150	160	145	15
P13	14	51	30	10	200	145	115	30
P13	19	40	19	10	750	130	115	15
P16	16	50	26	14	500	160	130	30
P16	16	42	28	8	500	135	125	10
P16	17	47	25	14	600	145	125	20
P16	18	45	25	12	700	170	140	30
P16	17	47	23	12	500	145	120	25
P16	16	44	24	12	500	155	130	25
P16	14	41	25	8	500	95	85	10
P16	16	36	24	12	250	165	140	25
P16	14	38	20	8	400	100	90	10
P16	17	51	22	14	450	165	145	20
P17	15	58	21	8	500	100	90	10
P17	19	47	26	14	750	160	135	25
P17	16	48	25	12	200	155	130	25
P17	20	38	24	12	250	125	110	15
P17	16	41	28	8	200	115	100	15
P17	17	51	25	12	300	135	125	10
P17	17	52	23	14	450	165	155	10
P17	19	38	18	10	400	135	125	10

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P17	14	50	26	12	750	140	130	10
P17	19	45	22	12	400	160	145	15
P18	17	48	25	10	300	150	135	15
P18	15	42	29	12	500	140	130	10
P18	15	47	26	14	100	165	135	30
P18	17	46	25	12	750	145	135	10
P18	18	48	26	14	500	180	155	25
P18	20	43	23	12	750	145	135	10
P18	20	48	27	10	500	140	130	10
P18	18	52	29	14	750	185	155	30
P18	14	50	26	12	250	145	125	20
P18	16	46	21	12	500	155	140	15
P19	17	52	26	10	500	125	110	15
P19	17	47	27	12	750	165	140	25
P19	18	43	26	14	500	150	125	25
P19	20	44	29	10	200	145	135	10
P19	19	46	28	12	500	180	165	15
P19	17	46	27	12	750	165	145	20
P19	14	49	26	8	750	115	105	10
P19	14	47	22	8	500	120	110	10
P19	15	45	23	12	750	145	135	10
P19	14	43	24	12	500	130	120	10
P20	15	50	26	8	500	100	90	10
P20	16	52	29	14	250	160	135	25
P20	16	47	28	14	500	185	155	30
P20	17	44	25	10	500	160	135	25
P20	14	40	20	8	750	135	125	10
P20	17	48	24	12	250	160	140	20
P20	15	46	26	8	750	100	90	10
P20	16	48	23	12	500	140	130	10
P20	17	42	20	14	250	175	155	20
P20	15	35	25	10	500	150	135	15
P21	14	50	26	10	250	170	155	15
P21	19	52	33	14	400	160	130	30
P21	18	39	25	8	150	125	105	20
P21	18	47	27	10	750	145	125	20
P21	17	46	30	10	250	125	100	25

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P21	15	50	26	12	500	130	115	15
P21	13	45	24	12	400	100	90	10
P21	15	50	27	10	300	160	140	20
P21	15	40	22	8	450	90	75	15
P21	16	48	25	12	600	150	135	15
P23	13	49	24	10	400	125	115	10
P23	17	47	28	10	600	120	100	20
P23	16	44	23	10	200	125	105	20
P23	15	47	25	12	300	160	145	15
P23	16	43	22	10	450	110	95	15
P23	19	43	20	12	700	150	135	15
P23	17	47	24	10	400	150	135	15
P23	17	47	24	10	150	150	130	20
P23	17	59	27	12	300	160	135	25
P23	20	42	21	10	450	130	115	15
P24	20	34	23	10	750	160	145	15
P18	18	52	29	14	750	185	155	30
P18	14	50	26	12	250	145	125	20
P18	16	46	21	12	500	155	140	15
P19	17	52	26	10	500	125	110	15
P19	17	47	27	12	750	165	140	25
P19	18	43	26	14	500	150	125	25
P19	20	44	29	10	200	145	135	10
P19	19	46	28	12	500	180	165	15
P19	17	46	27	12	750	165	145	20
P19	14	49	26	8	750	115	105	10
P19	14	47	22	8	500	120	110	10
P19	15	45	23	12	750	145	135	10
P19	14	43	24	12	500	130	120	10
P20	15	50	26	8	500	100	90	10
P20	16	52	29	14	250	160	135	25
P20	16	47	28	14	500	185	155	30
P20	17	44	25	10	500	160	135	25
P20	14	40	20	8	750	135	125	10
P20	17	48	24	12	250	160	140	20
P20	15	46	26	8	750	100	90	10
P20	16	48	23	12	500	140	130	10

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P20	17	42	20	14	250	175	155	20
P20	15	35	25	10	500	150	135	15
P21	14	50	26	10	250	170	155	15
P21	19	52	33	14	400	160	130	30
P21	18	39	25	8	150	125	105	20
P21	18	47	27	10	750	145	125	20
P21	17	46	30	10	250	125	100	25
P21	15	50	26	12	500	130	115	15
P21	13	45	24	12	400	100	90	10
P21	15	50	27	10	300	160	140	20
P21	15	40	22	8	450	90	75	15
P21	16	48	25	12	600	150	135	15
P23	13	49	24	10	400	125	115	10
P23	17	47	28	10	600	120	100	20
P23	16	44	23	10	200	125	105	20
P23	15	47	25	12	300	160	145	15
P23	16	43	22	10	450	110	95	15
P23	19	43	20	12	700	150	135	15
P23	17	47	24	10	400	150	135	15
P23	17	47	24	10	150	150	130	20
P23	17	59	27	12	300	160	135	25
P23	20	42	21	10	450	130	115	15
P24	20	34	23	10	750	160	145	15
P24	17	46	24	10	750	175	155	20
P24	20	43	23	8	750	160	135	25
P24	17	44	25	10	400	140	120	20
P24	18	49	23	10	250	165	145	20
P24	15	42	21	8	750	125	110	15
P24	18	43	26	12	500	115	100	15
P24	15	46	25	10	750	130	110	20
P24	17	39	17	12	500	115	105	10
P24	16	47	23	10	300	120	100	20
P27	17	46	24	8	750	150	130	20
P27	17	48	23	10	250	170	150	20
P27	15	43	24	10	450	110	95	15
P27	15	46	23	8	750	150	135	15
P27	14	48	26	12	450	120	110	10

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P27	16	46	25	8	200	120	105	15
P27	14	46	23	10	400	135	120	15
P27	14	47	22	12	300	120	110	10
P27	18	46	25	10	750	165	140	25
P27	18	50	21	10	750	170	140	30
P28	17	46	27	8	300	125	100	25
P28	18	47	24	10	250	145	130	15
P28	17	50	27	14	700	165	140	25
P28	16	48	25	10	600	160	140	20
P28	16	47	24	12	650	175	160	15
P28	12	48	29	12	750	95	75	20
P28	15	47	26	12	700	170	145	25
P28	16	47	27	10	550	150	135	15
P28	14	44	23	10	100	105	95	10
P28	16	45	25	10	100	110	95	15
P30	16	51	27	14	250	155	130	25
P30	15	49	25	10	200	150	120	30
P30	18	39	21	8	250	115	95	20
P30	16	45	26	10	400	165	135	30
P30	13	46	22	10	350	105	95	10
P30	16	42	24	8	300	145	120	25
P30	15	44	22	10	500	125	110	15
P30	17	40	26	8	750	150	130	20
P30	14	47	22	12	750	130	115	15
P30	18	38	19	8	200	135	120	15
P31	15	49	24	12	400	175	160	15
P31	18	50	31	14	150	155	130	25
P31	17	38	26	10	250	130	105	25
P31	18	46	28	8	300	140	125	15
P31	16	47	29	8	250	135	115	20
P31	16	51	27	14	250	135	115	20
P31	14	46	25	12	300	105	90	15
P31	15	39	26	10	300	165	140	25
P31	17	42	23	10	350	100	90	10
P31	18	46	24	14	400	155	145	10
P33	14	50	26	10	500	130	115	15
P33	18	46	27	10	500	125	100	25

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P33	17	42	24	10	500	130	105	25
P33	16	48	25	14	500	155	145	10
P33	17	43	24	8	750	115	105	10
P33	16	44	19	12	600	160	150	10
P33	18	45	24	14	650	155	145	10
P33	17	48	23	14	200	145	120	25
P33	18	50	26	14	400	170	145	25
P33	18	43	23	8	250	135	125	10
P34	19	37	22	12	400	155	145	10
P34	18	45	25	14	500	170	145	25
P34	19	40	24	12	500	165	145	20
P34	18	42	26	12	250	145	120	25
P34	17	51	24	12	150	160	135	25
P34	14	43	22	8	500	135	125	10
P34	19	42	27	8	350	120	110	10
P34	14	47	25	8	300	125	100	25
P34	16	40	18	10	750	105	90	15
P34	15	46	27	8	500	115	90	25
P35	17	48	26	10	400	145	120	25
P35	16	46	23	10	300	140	125	15
P35	17	45	24	10	450	135	125	10
P35	19	45	20	10	250	140	130	10
P35	17	48	21	10	200	140	130	10
P35	15	39	24	10	400	115	105	10
P35	16	41	22	10	350	145	120	25
P35	18	42	25	8	450	125	110	15
P35	16	47	24	12	300	145	130	15
P35	17	46	25	14	100	165	155	10
P37	17	45	25	14	750	150	135	15
P37	18	50	24	14	600	165	150	15
P37	16	43	25	8	550	100	90	10
P37	14	47	23	10	600	145	135	10
P37	13	49	26	8	750	115	105	10
P37	17	45	26	8	700	115	105	10
P37	16	43	25	10	500	140	130	10
P37	15	46	20	12	600	125	110	15
P37	17	48	24	14	250	150	130	20

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P37	19	52	23	12	300	175	150	25
P38	15	46	28	10	200	130	105	25
P38	19	45	26	12	350	140	130	10
P38	18	51	27	12	400	160	130	30
P38	17	47	26	12	200	155	130	25
P38	15	46	23	14	300	170	160	10
P38	14	47	28	8	750	105	90	15
P38	15	46	25	14	500	160	140	20
P38	14	48	27	12	500	150	140	10
P38	15	43	23	8	400	100	90	10
P38	17	44	25	8	450	115	105	10
P39	14	48	28	8	500	100	85	15
P39	16	45	25	8	600	140	115	25
P39	17	42	24	10	700	145	120	25
P39	19	40	21	10	600	130	115	15
P39	15	41	20	8	650	105	90	15
P39	17	46	24	8	650	115	105	10
P39	18	49	31	12	600	165	150	15
P39	19	42	25	12	700	140	125	15
P39	14	51	28	10	600	135	115	20
P39	15	53	27	14	700	185	175	10
P40	16	42	27	12	650	150	130	20
P40	16	50	26	10	200	155	125	30
P40	17	38	24	8	600	110	85	25
P40	19	41	25	12	700	160	135	25
P40	15	46	21	8	750	110	95	15
P40	14	40	24	10	650	145	125	20
P40	14	47	21	8	750	120	110	10
P40	18	45	27	10	600	150	125	25
P40	15	46	20	10	400	135	125	10
P40	17	40	23	10	450	145	135	10
P41	17	47	23	10	500	115	90	25
P41	17	46	24	10	450	165	145	20
P41	20	44	21	10	200	140	125	15
P41	21	48	25	14	300	210	185	25
P41	16	42	20	8	500	125	110	15
P41	15	39	26	10	600	80	65	15

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P41	17	37	19	10	700	115	100	15
P41	19	46	23	10	650	130	115	15
P41	16	55	32	10	550	135	110	25
P41	14	52	24	12	600	140	130	10
P42	17	46	27	10	700	160	145	15
P42	18	47	24	12	600	175	155	20
P42	18	46	22	10	650	175	160	15
P42	15	43	23	8	200	135	120	15
P42	16	46	25	14	400	135	120	15
P42	15	46	25	10	250	135	120	15
P42	15	46	22	10	450	145	130	15
P42	16	52	27	12	300	190	165	25
P42	14	43	26	8	500	95	80	15
P42	14	42	18	10	600	125	115	10
P46	18	43	22	8	250	160	135	25
P46	16	43	25	10	400	145	130	15
P46	18	50	31	10	450	180	155	25
P46	19	43	19	10	300	145	130	15
P46	21	45	25	10	250	165	140	25
P46	16	47	24	10	200	120	105	15
P46	17	50	27	12	350	160	140	20
P46	19	49	28	12	400	175	155	20
P46	15	43	24	10	200	130	115	15
P46	18	53	26	14	200	215	190	25
P47	19	40	18	8	350	145	130	15
P47	16	40	22	12	350	105	95	10
P47	16	55	25	12	400	150	140	10
P47	15	42	22	10	750	125	115	10
P47	15	43	21	10	400	140	130	10
P47	17	44	22	8	750	150	130	20
P47	18	50	28	10	500	185	155	30
P47	18	43	25	10	600	140	120	20
P47	18	46	24	10	500	170	150	20
P47	14	40	20	10	350	105	95	10
P48	20	46	27	10	200	160	135	25
P48	18	48	28	12	250	185	165	20
P48	14	40	22	8	550	105	90	15

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P48	17	42	21	10	500	135	120	15
P48	15	45	26	10	500	110	95	15
P48	19	49	26	8	700	160	145	15
P48	17	45	21	10	750	145	130	15
P48	17	47	21	12	600	150	135	15
P48	16	45	24	10	650	120	105	15
P48	15	53	28	10	800	145	125	20
P49	16	47	23	10	250	145	135	10
P49	17	48	27	10	450	155	135	20
P49	18	44	22	8	750	140	120	20
P49	17	49	25	10	500	180	160	20
P49	17	50	23	12	700	175	155	20
P49	21	43	25	10	750	120	95	25
P49	17	52	31	14	700	175	140	35
P49	15	44	22	10	750	105	95	10
P49	21	39	18	10	650	155	140	15
P49	19	44	23	10	250	160	145	15
P51	18	48	24	12	200	110	90	20
P51	16	45	23	14	400	160	135	25
P51	19	42	20	12	500	145	125	20
P51	20	46	26	14	750	205	185	20
P51	15	44	22	10	700	120	110	10
P51	14	40	24	8	750	95	85	10
P51	16	39	20	8	600	110	100	10
P51	18	47	21	8	550	135	125	10
P51	17	53	31	10	150	140	130	10
P51	15	50	25	12	750	145	130	15
P52	16	48	27	14	750	155	140	15
P52	19	48	24	14	600	170	145	25
P52	19	45	25	14	700	170	160	10
P52	16	46	24	10	700	140	130	10
P52	17	48	26	10	600	145	130	15
P52	16	17	24	10	650	140	125	15
P52	14	47	23	10	350	145	130	15
P52	17	53	27	14	400	195	170	25
P52	15	44	21	8	250	100	90	10
P52	15	46	20	8	450	130	115	15

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
	cm	mm	mm		g	g	g	g
P	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P56	19	45	20	14	200	165	135	30
P56	17	44	24	12	350	140	120	20
P56	16	51	30	14	400	185	155	30
P56	21	45	20	12	100	140	120	20
P56	18	47	24	12	700	160	130	30
P56	14	40	23	8	250	125	115	10
P56	15	51	25	12	750	155	130	25
P56	20	40	27	14	600	170	145	25
P56	14	47	25	8	650	135	125	10
P56	16	52	27	14	600	205	175	30
P57	17	41	19	10	500	140	130	10
P57	15	43	22	8	750	100	90	10
P57	17	53	24	14	500	145	130	15
P57	16	48	23	12	200	115	105	10
P57	14	46	24	12	400	135	125	10
P57	16	47	23	10	750	145	120	25
P57	19	52	27	14	200	180	150	30
P57	17	46	26	12	600	135	120	15
P57	16	45	25	12	650	165	140	25
P57	13	41	23	8	600	110	100	10
P58	18	43	26	12	500	165	135	30
P58	19	46	27	14	500	185	160	25
P58	16	42	25	8	500	110	100	10
P58	15	40	24	8	750	130	120	10
P58	14	46	28	8	700	105	95	10
P58	17	50	27	12	350	155	140	15
P58	16	47	25	12	400	145	135	10
P58	15	43	22	12	700	145	135	10
P58	15	42	21	8	750	115	105	10
P58	17	51	26	12	600	135	115	20
P59	17	45	24	12	550	135	125	10
P59	16	46	28	14	500	160	135	25
P59	19	43	24	8	550	140	115	25
P59	17	50	26	14	600	185	160	25
P59	16	48	25	12	650	170	145	25
P59	20	41	28	8	750	135	115	20
P59	18	51	32	14	700	170	140	30

Parcela	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de tusa	Número de hileras de granos	Peso de 1000 granos	Peso de mazorca	Peso de grano	Peso de tusa
P	cm	mm	mm		g	g	g	g
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
P59	16	40	28	8	600	100	90	10
P59	20	40	29	12	500	145	125	20
P59	20	42	27	12	750	155	135	20
P60	17	45	24	12	550	135	125	10
P60	16	46	28	14	500	160	135	25
P60	19	43	24	8	550	140	115	25
P60	17	50	26	14	600	185	160	25
P60	16	48	25	12	650	170	145	25
P60	20	41	28	8	750	135	115	20
P60	18	51	32	14	700	170	140	30
P60	16	40	28	8	600	100	90	10
P60	20	40	29	12	500	145	125	20
P60	20	42	27	12	750	155	135	20

Anexo 2: Panel fotográfico



Fotografía 1. Preparación del terreno del campo experimental.



Fotografía 2. Tratamiento después del aporque



Fotografía 3. Maíz en estado de floración masculino y femenino

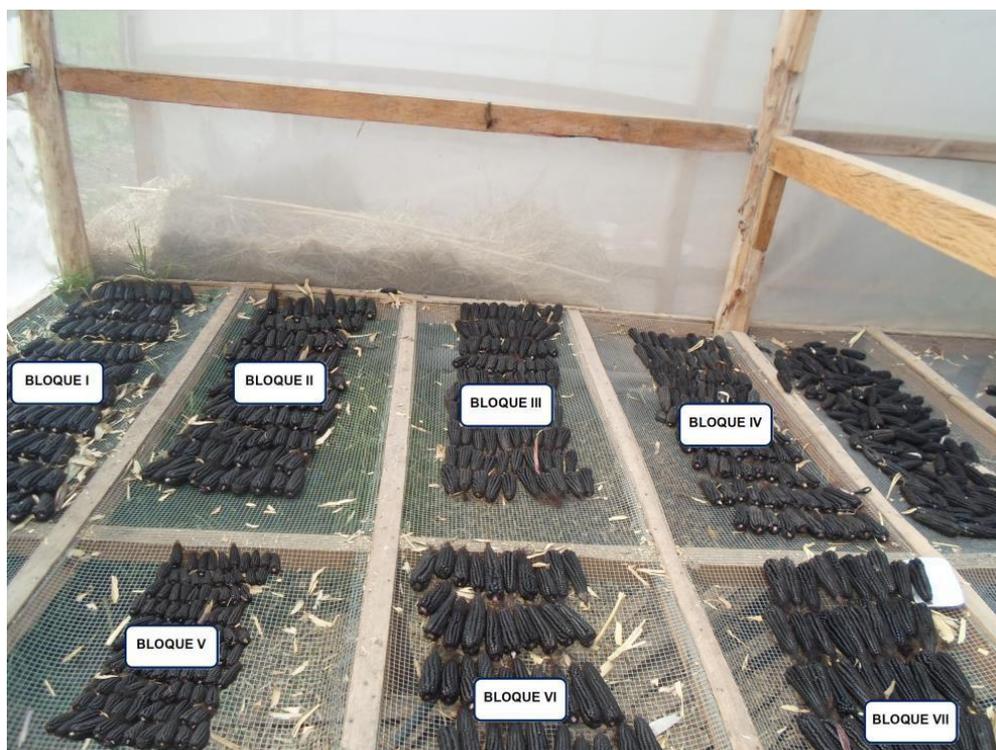


Fotografía 4. Madurez fisiológica del tratamiento

Fotografía 5. Secado las unidades experimentales en el invernadero



Fotografía 6. Muestras despancadas de cada bloque



Fotografía 7. Tomando datos de la longitud de la mazorca



Fotografía 8. Tomando datos del diámetro de la mazorca



Fotografía 9. Tomando datos del peso de la mazorca



Fotografía 10. Tomando datos del diámetro de la tuza



Fotografía 11. Tomando datos del peso de la tuza





UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y contolar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hace constar que el trabajo titulado;

Sexto ciclo de selección masal estratificada de un compuesto de maíz morado (*Zea mays*) Canaán, 2750 msnm –Ayacucho

Autor : Alex Mariano Chipana Vilca

Asesor : Edgar Tenorio Mancilla

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **veinte dos por ciento (22 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2021717236

Ayacucho, 23 de febrero de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

M. Sc. Walter A. Mateo Mateo
Pdr. Comisión Turnitin - FGA

Sexto ciclo de selección masal
estratificada de un compuesto
de maíz morado (*Zea mays*)
Canaán, 2750 msnm –Ayacucho
por Alex Mariano Chipana Vilca

Fecha de entrega: 23-feb-2023 11:36p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2021806761

Nombre del archivo: Tesis_Alex_Chipana_22-02-2023.docx (1.83M)

Total de palabras: 26432

Total de caracteres: 126707

Sexto ciclo de selección masal estratificada de un compuesto de maíz morado (Zea mays) Canaán, 2750 msnm –Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	12%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
8	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1%

9	Submitted to unasam Trabajo del estudiante	<1 %
10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
12	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo