

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**El despanojado en el índice de tinción en la tusa de maíz
morado (*Zea mays* L.). Canaán 2750 msnm – Ayacucho**

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

**PRESENTADO POR:
Percy Fabián Torres Gómez**

Ayacucho - Perú

2018

La presente investigación fruto de mi esfuerzo dedico a Dios por haberme dado el regalo más grande “La vida “quien me ha guiado por el camino del bien.

Con amor a mis padres; Claudia Gómez Limaco y Fabián Torres Anyosa, por su inmensa paciencia, amor y comprensión que permanentemente me hacen sentir.

A mi hermano Jonatan, a mi esposa Abigail y mi hija Brizeth, con quienes comparto momentos de felicidad y tristezas, los que han contribuido para mi desarrollo emocional e intelectual y que están presentes en todo momento de mi vida.

A los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de mis conocimientos y afianzando mi formación profesional.

A mi tío Oscar, a mis hermanos y hermanas mayores con cariño; por su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo, dejo constancia de mi profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de AGRONOMÍA, alma mater, fuente de sabiduría y enseñanza, por brindarme la oportunidad de mi formación profesional.

Al M.Sc. Ing. José Antonio Quispe Tenorio y al Ing. Edgar Tenorio Mancilla, asesores del presente trabajo, quienes supieron brindarme las ayudas y sus valiosas orientaciones del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado, mis sinceros agradecimientos por sus aportes en este trabajo de investigación

A mis amigos (as), que forman parte de mi vida, agradezco su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice general.....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	01
Introducción.....	03

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Origen y distribución.....	05
1.2. Ubicación y taxonomía.....	06
1.3. Descripción de la planta.....	06
1.4. Labores culturales.....	10
1.5. Clima y suelo.....	16
1.6. Tolerancia al frío y heladas.....	18
1.7. Efectos de la densidad de siembra.....	18
1.8. Abonamiento del maíz.....	19
1.9. Principales elementos minerales.....	19
1.10. Recomendaciones para cultivar maíz morado.....	20
1.11. Fisiología del maíz.....	21
1.12. Emasculación del maíz.....	22
1.13. Floración y polinización en el maíz.....	25
1.14. Efectos de la variación.....	32
1.15. Sanidad del cultivo.....	35
1.16. Usos y propiedades.....	39
1.17. Subproductos.....	40
1.18. Las antocianinas del maíz morado.....	40
1.19. Composición química del maíz morado.....	42
1.20. Valor nutritivo.....	44

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.	Ubicación del experimento.....	47
2.2.	Antecedentes del campo experimental.....	48
2.3.	Análisis del suelo.....	49
2.4.	Condiciones climáticas.....	50
2.5.	Material experimental.....	55
2.6.	Diseño experimental y análisis estadístico	56
2.7.	Modelo aditivo lineal del diseño (MAL).....	56
2.8.	Descripción del campo experimental	57
2.9.	Croquis de los tratamientos del porcentaje de emasculación.....	58
2.10.	Croquis de la parcela experimental.....	59
2.11.	Características del campo experimental.....	59
2.12.	Instalación y conducción del experimento.....	60
2.13.	Variables evaluadas.....	65

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1.	Variables de precocidad en los diferentes tratamientos del maíz morado negro CANAAN.....	71
3.2.	Variables de rendimiento.....	73
	Conclusiones.....	86
	Recomendaciones.....	88
	Referencias bibliográficas.....	89
	Anexos.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Para una buena producción de maíz, la temperatura debe oscilar entre 20 a 30 °C, la óptima depende del estado de desarrollo.....	16
Tabla 1.2. Porcentaje de antocianinas en el grano y la coronta del maíz morado.....	41
Tabla 1.3. Composición química del Maíz morado y de la chicha morada (contenido en 100 gr de la parte comestible).....	42
Tabla 1.4. Composición físico - químico del grano y la Coronta del maíz morado (variedad Morado Canteño).....	43
Tabla 1.5. Valor nutricional (Contenido en 100 gr. parte comestible).....	45
Tabla 2.1. Características físicas y químicas del suelo. Estación Experimental Canaán 2750 msnm. – Ayacucho. 2011.....	49
Tabla 2.2. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña 2010-2011, de la Estación Meteorológica de Canaán (SENAMHI) del gobierno Regional de Ayacucho.....	53
Tabla 2.3. Tratamientos en cada parcela (T).....	56
Tabla 2.4. Días después de la siembra (dds). Cuando el 50% de plantas emergen; panojamiento, aparición del pistilo, madurez fisiológica, y madurez de cosecha.....	64
Tabla 2.5. Índice y/o grado de tinción de 0% al 100% de despanojado; con las siete repeticiones de cada tratamiento.....	69
Tabla 2.6. Evaluación de la prolificidad de los tratamientos por muestra, con 10 repeticiones.....	70
Tabla 3.1. Estados fenológicos de la precocidad en número de días después de siembra (dds) en los tratamientos de despanojado de maíz morado. Canaán 2750 msnm.....	71
Tabla 3.2. Cuadrados medios del análisis de variancia de la altura de planta y número de hojas. Canaán 2750 msnm.....	73
Tabla 3.3. Cuadrados medios del análisis de variancia de la longitud de mazorca, longitud de tusa, diámetro de mazorca y diámetro de tusa. Canaán 2750 msnm.....	74

Tabla 3.4.	Cuadrados medios del análisis de variancia del peso de grano por mazorca y peso de la tusa. Canaán 2750 msnm.....	79
Tabla 3.5.	Análisis de variancia del porcentaje de tinción en maíz morado bajo los efectos del porcentaje de eliminación de la panoja. Canaán 2750 msnm.....	82
Tabla 3.6.	Características biométricas del maíz en los diferentes tratamientos de efectos de despanojamiento (16% H). Canaán 2750 msnm.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Ubicación geográfica.....	48
Figura 2.2. Diagrama ombrotermico de la PP Vs T° y balance hídrico. Campaña 2010 - 2011.....	54
Figura 3.1. Prueba de Tukey (0.05) de la longitud de mazorca por el efecto de los diferentes porcentajes de emasculación de panoja. Canaán 2750 msnm.....	75
Figura 3.2. Prueba de Tukey (0.05) de la longitud de tusa por el efecto de los diferentes porcentajes de eliminación de panoja. Canaán 2750 msnm.....	76
Figura 3.3. Prueba de Tukey (0.05) del diámetro de mazorca por el efecto de los diferentes porcentajes de eliminación de panoja. Canaán 2750 msnm.....	77
Figura 3.4. Prueba de Tukey (0.05) del diámetro de tusa por el efecto de los diferentes porcentajes de eliminación de panoja. Canaán 2750 msnm.....	78
Figura 3.5. Tendencia del peso de tusa en función del porcentaje de eliminación de la panoja. Canaán 2750 msnm.....	80
Figura 3.6. Tendencia del peso de grano por mazorca en función del porcentaje de eliminación de la panoja. Canaán 2750 msnm....	81
Figura 3.7. Prueba de Tukey (0.05) del Índice de tinción del maíz morado bajo el efecto del despanojamiento. Canaán 2750 msnm.....	82

RESUMEN

Con la finalidad de determinar tusas de mayor concentración de antocianina y demostrar, que los porcentajes de despanojado tiene efecto en la concentración de antocianina (cianin-3-glucosa (C3G) y compuestos fenólicos, cuenta con propiedades funcionales bioactivos y una alta capacidad antioxidante) en la tusa (zuro) del maíz morado. Además de evaluar las variables de rendimiento relacionados con los efectos de despanojado en el maíz morado, se ejecutó en el centro experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga a 2750 msnm, Ayacucho. Durante la campaña agrícola 2011 – 2012; los meses de noviembre del 2011 a junio del 2012. Se utilizó el diseño completamente randomizado (DCR), con 5 tratamientos y 10 repeticiones (10 golpes/repetición); se instalaron 5 parcelas con diferentes porcentajes de despanojado; 0% testigo, 25%, 50%, 75% y 100%. Que fueron sembrados en cinco momentos distintos (intervalos de siembra cada 18 días), donde las densidades de siembra y los abonamientos son iguales para todos los tratamientos, además se tuvo en consideración las mismas técnicas de evaluación y las repeticiones.

Entre los parámetros de evaluación se han considerado los relacionados a las variables; características de precocidad, de productividad, de rendimiento y característica de la calidad de tusa – grados y/o índice de tinción. Los resultados obtenidos fueron sometidos al Análisis de Variancia, según la significación de las fuentes de variación efectuándose la prueba de Tukey (0.05).

INTRODUCCIÓN

El maíz morado (*Zea mays L.*) es originario de América, Los aztecas como los Wari e Incas, domesticaron esta planta con fines diversos, cuya importancia está basada en la alimentación humana en múltiples formas; y actualmente como medicina, ya que se ha descubierto la existencia de altas cantidades de antocianina (cianin-3-glucosa (C₃G)) y compuestos fenólicos, cuenta con propiedades funcionales y bioactivos y una alta capacidad antioxidante. Este cultivo alcanzó en los últimos años gran importancia como producto de exportación el cual es usado para la extracción de pigmento y/o colorantes. El maíz morado se adapta a diversos climas de la sierra y costa del Perú, las diferentes variedades le permiten esta gran dispersión, (Fopex, 1985).

La tusa del maíz morado, deshidratado con 10% - 12 % de humedad, posee un alto porcentaje de antocianinas, un tipo de flavonoides complejos, que se caracterizan por tener un importante efecto antioxidante al apoyar la regeneración de los tejidos, fomentar el flujo de la sangre, reducir el colesterol y promover la formación de colágeno, mejorando la circulación sanguínea. Así mismo, reduce el envejecimiento del cuerpo, disminuye los riesgos de ataque al corazón y previene el cáncer al colon que es una de las enfermedades más frecuentes en el mundo. Las exportaciones de maíz morado y derivados están orientadas con destino a EE.UU y Japón. En el año 2006 España importó 50.6% y Reino Unido 85.3% de subproductos como extracto y 14.7% de harina.

Se cultivan en 24 regiones del país desde el nivel del mar hasta los 3900 msnm, en una extensión anual estimada de 502 383 ha, de los cuales 240 000 son de maíz amiláceo (INEI, 2013) y aproximadamente 5000 ha corresponde al maíz morado, siendo las zonas de mayor área de cultivo; Arequipa, Lima, Ica, Huánuco, Cajamarca y Ayacucho (MINAGRI, 2012).

El despanojado es un procedimiento agrícola que consiste en la eliminación de las panojas cuyos flores que producen polen y se ubican en lo alto de las plantas de maíz y es una forma de control de la polinización, el objetivo es reducir la cantidad de polen producido para reducir la formación de granos y todo los nutrientes incluido la antocianina pasen a formar la tusa que es el contiene casi el 90% de la antocianina del maíz morado.

Por las razones expuestas se planteó el presente trabajo con los siguientes objetivos:

1. Evaluar, que los porcentajes de despanojado tiene efecto en la concentración de antocianina en la tusa de maíz morado.
2. Determinar las variables de rendimiento relacionados con los efectos de despanojado en el maíz morado.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Llanos (1984) el maíz es un cereal oriundo del Perú y México, cuyas culturas precolombinas lo consideraron sagrado, el maíz morado es una mutación un cambio genético del maíz común que se produjo hace miles de años, crece de ese color y sabor solo en ese país, florece cultivado o en estado silvestre en diversos lugares de América. Es una variedad de maíz, originaria de los Andes Peruanos, única en el mundo por poseer la coronta y los granos de un color morado característico, debido al pigmento que posee denominado Antocianina, tiene tallo macizo y erguido que puede alcanzar alturas entre 60 cm, puede medir de 3 o 4 metros según la variedad, en la punta se observa una floración en forma de penacho o plumero, las espigas crecen en la axilas de las grandes y alargadas hojas, ellas se convertirán después en la mazorca llena de granos formados en hileras. La coronta del maíz morado es la que tiene el concentrado de una sustancia colorante.

Fopex (1985) manifiesta que, hay diversas variedades de maíz morado, provienen de una raza ancestral denominada “kculli” (negro) que todavía se cultiva en el Perú. Las formas típicas están extintas. La raza “kculli” es muy antigua, restos arqueológicos con mazorcas típicas de esta raza se han encontrado en Ica, Paracas, Nazca y otros lugares de la costa central, cuya antigüedad se estima por menos en 2500 años a.c.

Según Tapia (2007) es ampliamente aceptado que el centro primario de origen del maíz se ubica en Mesoamérica (regiones montañosas de México y Guatemala) y que los Andes centrales son el segundo centro de diversificación

Bonavia (1991) y Poelhman (1983) hace mención de dos posiciones antagónicas sobre el origen del maíz; una primera, habla del origen de México - Centroamérica

donde se hallaron granos de maíz y fragmentos de mazorcas, un origen más remoto aún es el que se atribuye a los granos restos de polen fósil encontrados en México con una antigüedad de 80,000 años y que ha sido identificado como maíz silvestre. En segundo lugar, indica que el origen es el Perú, Ecuador y Bolivia, coincidiendo con tal posición.

En efecto, en los estratos arqueológicos mexicanos se había encontrado primero maíz silvestre y luego maíz doméstico y con una antigüedad considerablemente mayor que la de los hallazgos andinos.

1.2. UBICACIÓN Y TAXONOMÍA

Manrique (1988), respecto a la taxonomía del maíz (*Zea mays L.*), indica lo siguiente:

Reino	: Vegetal.
División	: Fanerógama.
Subdivisión	: Angiosperma.
Clase	: Monocotiledóneas.
Orden	: Graminales.
Familia	: Gramineae.
Tribu	: Maydeas.
Género	: Zea.
Especie	: <i>Zea mays L.</i>
Nombre común	: Maíz morado.
Número de cromosomas	: $2n=20$.
Otros Nombres	: Purple Corn, kculli

1.3. DESCRIPCIÓN 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.

De La Cruz (2009) menciona que, el maíz es una especie vegetal con habito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades, precoces con alrededor de 80 días, hasta las más tardías con 200 días.

1.3.1. Raíz

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

Llanos (1984) las raíces son fasciculadas bastante extenso, formado por tres tipos de raíces: las primarias emitidas por las semillas que comprende la radícula. Las raíces principales o secundarias que comienzan a formarse a partir de la corona, por encima de las raíces primarias. Las raíces aéreas o adventicias que nacen en último lugar, en los nudos de la base del tallo, por encima de la corona. Además, determina que, el maíz posee un sistema radicular fasciculado bastante extenso formado por tres tipos de raíces:

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

1.3.2. Tallo

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.

1.3.3. Hoja

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

Llanos (1984) menciona que el maíz lleva en promedio de 15 a 30 hojas alargadas de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (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.

1.3.4. Inflorescencia

Llanos (1984) el maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. Las inflorescencias masculinas presentan una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) Terminal de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cambio, la inflorescencia femenina se reúne en varias espigas que nacen de las axilas de las hojas del tercio medio de la planta.

Manrique (1997) menciona que, el maíz es una planta monoica, con flores unisexuales en la misma planta, las masculinas o estaminadas agrupadas en una inflorescencia denominada panoja o penacho, y las femeninas o pestiladas agrupadas en una espiga modificada llamada mazorca o espata. Las ramas primarias ubicadas en las panojas se asientan las espiguetas formada por pares de espiguillas, que siguen

un arreglo dístico simple espiral; cada espiguilla es biflora, es decir, que está formada por dos flores masculinas o estaminadas, cada una de ellas presenta un pistilo rudimentario y tres estambres; y cada estambre tiene dos anteras que producen abundante polen. Las espiguillas están cubiertas exteriormente por las glumas, seguida por las lemmas; luego las dos florecillas están separadas por las paleas. Además, cada espiguilla sentada sobre la coronta o marlo está formada por dos flores femeninas o pistiladas, una de ellas aborta y solo queda funcionando una flor, la misma que está formada por el con un largo estilo o barba y tres estambres rudimentarios. El pistilo de la flor fértil consta de un ovario, con un largo estilo llamado “barba o cabello”, en cuyo extremo se encuentra el estigma que puede ser unicelular o multicelular. El ovulo es de tipo campilótropo.

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.

1.3.5. Flores

Manrique (1997) afirma que el maíz presenta flores unisexuales en la misma planta (monoica), las masculinas o estaminadas agrupan en una inflorescencia denominada panoja y las femeninas o pistiladas agrupadas en una espiga modificada llamada mazorca o espata. Las ramas primarias ubicadas en las panojas se asientan en las espiguillas formadas por pares de espiguillas que siguen un arreglo dístico o simple espiralado, y cada una de las espiguillas es biflora, es decir tiene flores masculinas y femeninas.

1.3.6. Fruto

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

Parsons (1981) los botánicos lo llaman carióspside, los agricultores, semilla y comúnmente se conoce como grano de maíz, biológicamente es el ovario desarrollado y la semilla es el ovulo fecundado desarrollado y maduro. El fruto se encuentra insertado en el caqui u olote constituyendo hileras de granos cuyo conjunto forma la mazorca. El grano de maíz está formado por las siguientes partes: pericarpio, endospermo y embrión.

1.4. LABORES CULTURALES

a) Selección del terreno

Vásquez (1983) indica que los terrenos para el cultivo del maíz deben ser fértiles con alto contenido de materia orgánica (2,5 a 4%), pH alrededor de 7, de buen drenaje y suficiente aireación.

Los suelos de textura franca son buenos para el maíz esto permite un buen desarrollo del sistema radicular, con buena absorción de humedad y nutrientes del suelo. Además, se evitan problemas de encame o caída de plantas. Según el reporte del ministerio de Agricultura (1992), se deben elegir terrenos sueltos, descansados de buen drenaje y con una rotación de cultivo terrenos de suave pendiente, profundos pedregosos con alto materia orgánica de coloración negruzca.

b) Preparación del terreno

Parson (1981) indica que un suelo para el cultivo de maíz debe reunir las siguientes características:

- Suelo bien nivelado y favorecer la penetración uniforme del agua de lluvia y de riego.
- Suelo libre de vegetación natural.
- Un suelo permeable.
- Suelo suelto por lo menos 20 a 25 cm de profundidad.
- Se deben tener una buena cama de siembra con una profundidad de 8 a 10 cm compuesto por partículas más finas sin piedras y suelos de fácil drenaje. El maíz debe tener condiciones de libre crecimiento. Es por eso, que en las labores de preparación se deben considerar la aradura de una profundidad de 20 a 25 cm, con un ancho de corte de 28 a 30 cm, procurando que el terreno sea volteado uniformemente. Esta labor se debe realizar con anticipación.

c) Elección y selección de la semilla

Vásquez (1983) menciona que en el mercado existe una gran variedad de semillas, mejorada y certificada, 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, debido a demás estar libre de plagas y enfermedades. El rendimiento del cultivo básicamente depende de los factores genéticos (propio de la semilla) y ambientales; por lo tanto, la semilla elegida debe ser de reconocida capacidad de rendimiento, y la más adecuado para la zona donde se va a efectuar la siembra. Está comprobado que un alto rendimiento sólo se consigue con poblaciones uniformes, sin fallas, con densidades adecuadas y con un buen abonamiento.

d) Siembra

Vásquez (1983) manifiesta que la época de siembra varía de acuerdo con la localidad, temperatura, disponibilidad de agua y variedad a sembrarse. En climas templadas la siembra se efectúa des pues de las heladas. En zonas frías y secas comprendidas entre los 2800 y 3300 msnm, la siembra se centraliza en los meses de septiembre y octubre. El sistema de siembra de maíz, generalmente se realiza en

surcos, la semilla se distribuye en el fondo del surco, depositando 2 a 3 granos por golpe. El distanciamiento entre surcos debe ser de 0.80 a 0.90 m y entre golpes de 0.40 a 0.50 m. La densidad de siembra varía de 50,000 a 75,000 plantas por hectárea, dependiendo del clima, condiciones del suelo y de la variedad.

Parson (1981) indica que la densidad de siembra depende también del clima, de las condiciones del suelo y de la variedad de semilla. Para obtener de 40,000 hasta 120,000 plantas/ha. Se necesita 20 a 30 kilogramos de semilla por hectárea para lograr una densidad de 50,000 plantas ha^{-1} ; es decir 5 plantas/ m^2 .

e) Aporque

Vásquez (1983) manifiesta que el aporque es una labor que tiene por objeto dar mayor sostenibilidad a las plantas, a través de la formación de raíces adventicias. Se efectúa cuando las plantas de maíz han alcanzado una altura de 50cm aproximadamente. Las ventajas del aporque son:

- Elimina malezas
- Facilita el riego en surcos
- Evita que el hipocotilo se dañe
- Contrarresta el efecto de los vientos
- Las raíces aéreas alcanzan a fijarse al suelo

Parson (1981) menciona el aporque se realiza en el momento en que la planta de maíz se establece es decir de 20 a 30 días después de la emergencia. Según el Ministerio de Agricultura - Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria de Ayacucho (1992), hace mención el aporque se realiza en banda o entre planta y planta cuando las plantas tienen 45 cm de altura.

f) Control de malezas

Parson (1981) manifiesta que, durante las primeras etapas de crecimiento del maíz, el daño por malezas puede ser grande, éstas compiten ventajosamente con las plántulas en luz y nutrientes. Para eliminar las malezas, se puede efectuar un control químico o mecánico durante el periodo crítico; es decir cuando el maíz sufre la mayor

competencia de malezas. Esto ocurre durante los primeros tres o cinco semanas después de que ha germinado.

g) Desahíje

Manrique (1999) manifiesta que, para el maíz morado con seguir altas densidades, con siembras en surcos separados en 80 cm, y siembras a 45 cm, entre golpes con cinco semillas cada uno para dejar al aporque tres plantas por golpe, teniéndose al final una población de 82,000 plantas por hectárea.

Según el Ministerio de Agricultura - Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria de Ayacucho (1992) el desahíje se realiza cuando existe una población mayor de tres plantas por golpe y se eliminan las más débiles. El desahíje debe hacerse con el suelo húmedo el cual facilita la tarea y reduce el daño a las raíces de las plantas que quedan.

h) Etapa de polinización

Bartolini (1989) el polen derramado por las flores masculinas conducido por el viento, se deposita sobre los estilos. Estos son receptivos a todo su largo, y por ser de caracteres mucilaginosos (húmedos y pegajosos), permiten la adherencia y germinación del polen. Cada estilo puede ser colonizado por varios granos de polen, pero solo uno de ellos, luego de germinar, penetrará al interior a través de su tubo polínico; éste se elonga hasta alcanzar al óvulo y fecundar.

La germinación de un grano de polen ocurre, en promedio, pocos minutos después de que entra en contacto con el estilo. Por otra parte, desde que se produce la germinación del polen y hasta el momento de la fecundación, transcurren entre 12 y 24 horas.

i) Riegos

Parson (1981) señala que el cultivo de maíz requiere agua abundante. La cantidad de agua que se debe suministrar mediante riego, depende de los requerimientos del cultivo, del tipo de suelo y de la precipitación pluvial. La mayor exigencia de agua es

durante la etapa de germinación y en la etapa de formación de inflorescencia, y después de la fecundación y formación de granos.

Se recomienda riego por gravedad, hacer el riego cada 10 a 12 días, esto varía según el clima y tipo de suelo. Priorizar riegos durante la floración y panojamiento.

Volumen de agua

8,000 a 10,000 m³/ha.

j) Cosecha

Vásquez (1983) indica que generalmente, la cosecha se realiza a mano, cuando los granos alcancen su madurez fisiológica (máxima acumulación de materia seca), dejándola continuar su madurez tendida en el suelo hasta por 20 días, luego amontonándola en pilas o arcos por otros 20 días, para finalmente efectuar el despanque a mano, con clavos o ganchos despancadores. Luego las mazorcas son llevadas a eras o colcas para su secado, cuando el grano de maíz ha alcanzado entre 10 y 14% de humedad es desgranado a mano.

Manrique (1999) manifiesta que desde la floración, aproximadamente 40 días, se presenta la madurez fisiológica; es decir la conversión de los azúcares en almidones, por lo tanto, los granos pasan del estado lechoso a pastoso y finalmente a duro. Un grano duro indica que está formado morfológicamente y fisiológicamente; en este periodo se concentran y estabilizan los pigmentos antociánicos del color morado. Por lo tanto, las mazorcas están listas para ser cosechadas, cuando los granos presentan un aproximado de 30% de humedad.

Requiza (2005) indica que la cosecha de maíz morado debe ser oportuna, cuando los granos se encuentren en estado de madurez fisiológica, a partir de este estado los granos están expuestos 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.

k) Secado

Requiz (2005) dice 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) indica 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.

l) Almacenamiento

Vásquez (1983) dice que se pueden almacenar, con una humedad de cosecha de 25 a 33%, no requiere de instalaciones costosas, pudiéndose utilizar silos aéreos tipo malla, o en trojes.

Requiz (2005) dice que cuando los granos de la mazorca están por debajo de 14% de humedad ya se realiza la comercialización o el almacenamiento. En el almacén se debe tener mucho cuidado en la aplicación de insecticidas para el control de plagas, porque las mazorcas van a ser usados 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. Para el control de plagas se debe usar 3 a 2 pastillas de Phostoxin o Gostión respectivamente, por tonelada de mazorca almacenada.

m) Comercialización

Requiz (2005) manifiesta que 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 consumidores.

n) Rendimiento

Fopex (1985) menciona se debe distinguir el rendimiento de las variedades tradicionales en campos de pequeños agricultores, que se estima en menos de 2000

kg ha⁻¹ y aún menos de 1000 kg ha⁻¹ en la sierra cuando no se utilizaban fertilizantes. Con el rendimiento de las variedades mejoradas en buenas condiciones de cultivo, la productividad de las variedades mejoradas se puede elevar y de hecho se está mejorando con la selección genética. Se ha probado experimentalmente que la semilla seleccionada del PMV 581, respecto al rendimiento en mazorca y grano se obtienen mayores rendimientos de mazorca con 5,586 t ha⁻¹ y de tuza 1,198 t ha⁻¹.

1.5. CLIMA Y SUELO

A. Clima.

1. Condiciones medio ambiental

Llanos (1984) el maíz es una planta de amplia adaptación a diversas condiciones climáticas, cultivándose desde el nivel del mar hasta alturas cercanas a los 3 400 m.s.n.m. con clima seco, cálido seco, templados fríos, tropicales secos y húmedos.

Tabla 1.1: Para una buena producción de maíz, la temperatura debe oscilar entre 20 a 30 °C, la óptima depende del estado de desarrollo. Dichas temperaturas son:

	Mínimo	Óptimo	Máximo
Germinación	10 °C	20 – 25 °C	40 °C
Crec. Vegetativo	15 °C	20 – 25 °C	40 C°
Floración	20°C	21 – 30 °C	30 °C

Fuente: Llanos (1984)

Corpas (1996) dice que el maíz, no tolera el frío, a no ser, que sea por corto tiempo. En primavera resiste hasta -3.5 °C y en otoño hasta -1 °C, como valores mínimos, y como se ha dicho, solo por breves horas. En el mes de floración y de crecimiento, necesita las horas de sol normal. Es una planta de días cortos, por lo que en zonas de días largos puede retrasarse la floración y la madurez; su altura se hace sensible a los vientos fuertes.

Puma (1998) sobre el maíz dice que es un cereal de verano, debido a que sus exigencias en temperatura son altas. Son necesarios un mínimo de 10 °C para la

siembra, unos 15°C para la germinación y no menos 18 °C para la floración, aunque la temperatura durante la fase de crecimiento está comprendida entre los 24 y 30 °C.

2. Suelo

Puma (1998) indica que, el maíz se adapta bien a diferentes suelos, siendo su pH preferido el de neutro o ligeramente ácido ($\text{pH} = 6 - 7$). Quizás la única limitación escrita en los suelos demasiado calizos y muy alcalinos, que pueden bloquear la disponibilidad de ciertos micro elementos. El maíz debe cultivarse en regadíos o en aquellas zonas de pluviometría elevada, puesto que es muy exigente en agua en el estadio de floración.

Parson (1981) Indica que el maíz necesita suelos profundos fértiles para dar una buena cosecha. Esto permite un buen desarrollo del sistema radicular, con una mayor eficiencia de absorción de la humedad y de los nutrientes del suelo. El pH óptimo se encuentra entre 6 a 7.

B. Ciclo vegetativo

1. **Nascencia:** comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleoptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días.
2. **Crecimiento:** una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nascencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas.
3. **Floración:** a los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos.
Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias.
4. **Fructificación:** con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño.

Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón.

5. **Maduración y secado:** hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad.

Llanos (1984) a medida que va perdiendo la humedad se va aproximando el grano a su madurez comercial, influyendo en ello más las condiciones ambientales de temperatura, humedad ambiente, etc., que las características varietales.

1.6. TOLERANCIA AL FRÍO Y HELADAS

Requíz (2005) señala que, la planta puede morir por frío cuando se paralizan los sistemas enzimático crítico o cuando cesa tanto el flujo de nutrientes como el de agua, al acumular la viscosidad de ésta. A menos de 0°C el agua se congela, y experimentalmente se sabe que se necesitan temperaturas excesivamente bajas para que se congele el del protoplasma de la vacuola, pero no es difícil la congelación del agua intercelular lo que provoca un fuerte desbalance entre el potencial osmótico de las células y de los meios alrededor. Esto causa una fuerte y brusca salida de agua de la vacuola y la plasmólisis, hecho que provoca la muerte eventual de las células.

1.7. EFECTOS DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA

Manrique (1999) menciona que el maíz morado, es una planta de porte bajo y el objetivo es obtener mayor número de mazorcas con tuzas completamente pigmentadas; por lo tanto, la densidad de siembra es muy importante.

Se recomienda conseguir altas densidades, con siembra en surcos separados en 80 cm y 45 cm entre golpes con cinco semillas cada una para dejar al aporque tres plantas por golpe. También se puede sembrar a surco corrido, poniendo dos semillas a cada 15 cm para dejar una a dos plantas al aporque. En ambos casos se consigue una plantación de 82000 plantas por hectárea.

También plantea que, cuando se habla de altas poblaciones debemos relacionarla con competencia y esta puede ser por nutrientes, agua y luz. Con relación a esta última realizó un trabajo con tres híbridos diferentes, demostrando que se producía una baja en la producción de grano, contenido de proteína, aceite y otros a medida que se incrementa la población de plantas.

1.8. ABONAMIENTO DEL MAÍZ

Se entiende por abonamiento, a la deposición nutricional de los suelos en cuanto a su riqueza mineral extraído por lo cual es muy importante conocer la cantidad de mineral extraído por cosecha de cada cultivo, es importante señalar que la materia orgánica cumple un gran rol en los procesos de mineralización de los minerales tanto primarios como secundarios, por ello además de una reposición de la fertilidad química de los suelos, se debe complementar obligatoriamente con una fertilización orgánica, pudiendo ser esta guano de isla, gallinazas, estiércoles descompuestos, etc. Para el caso de extracciones químicas se cuenta con la siguiente información.

Guerrero (1990) reporta que la extracción promedio del maíz en kilogramos de NN-P-K /Ha, por cada tonelada métrica de grano (1000 Kg), es de: N= 30 Un, P_2O_5 =15 Un y K_2O =25.

1.9. PRINCIPALES ELEMENTOS MINERALES

Parsons (1989) el maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto 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 abonado. También un aporte de nitrógeno N en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo.

El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante, se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8.

Otros elementos:

Boro (B), magnesio (Mg), azufre (S), Molibdeno (Mo) y cinc (Zn). Son nutrientes que pueden al parecer 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.

1.10. RECOMENDACIONES PARA CULTIVAR MAÍZ MORADO

1.10.1. Elección del terreno

Se recomienda los suelos de textura franco arenoso con buen contenido de materia orgánica y buena profundidad de capa arable. Los terrenos deben estar libres de malezas. Tener disponibilidad de agua.

1.10.2. Rotación de cultivos

Se recomienda sembrar en un campo donde no se haya sembrado leguminosa. La mejor rotación es sembrar frijol después de las gramíneas como el maíz, trigo, cebada, etc.

❖ Época de siembra

Tapia (2007) generalmente las fechas de siembra están dadas por las características de la región teniendo en cuenta el periodo vegetativo de la variedad a cultivarse.

❖ Semilla

Quispe (1999) antes de la siembra, preferentemente se debe desinfectar las semillas, mezclando con insecticidas y fungicidas, con buenos resultados en la desinfección en “seco”.

Poelhman (1981) señala que, para la siembra, se necesita seleccionar las semillas bajo los criterios de conformación, tamaño, sanidad y buena germinación, para alcanzar buenos rendimientos.

❖ Densidad De Siembra Y Distanciamiento

Velásquez (1999) la densidad de siembra debe estar en relación con el crecimiento vegetativo de las variedades; altas densidades para las variedades de menor

desarrollo, debido a que en altas poblaciones ocurre la competencia entre plantas, repercutiendo en la pérdida de hojas y consecuentemente una deficiencia fotosintética.

MINAG (2011) indica que la cantidad de semilla a sembrarse en una hectárea depende de la variedad, del porcentaje de germinación, de la separación de los surcos, del espaciamiento entre plantas, de la fertilidad del terreno y de la cantidad de agua disponible para el riego.

1.10.3. Profundidad de siembra

INIA, La profundidad de enterramientos de la semilla debe oscilar en una magnitud de unas 4 veces el tamaño de la semilla.

1.10.4. Fertilización

Lazo (1999) indica que la fertilización, así como todas las prácticas agrícolas, no admite recetas, es decir, que esta debe ser evaluada en cada caso. Cada región posee características propias en lo que respecta a suelo y clima, esto sumado a las diferencias de requerimiento entre una variedad y otra y a la alternativa de una producción en secano y otro con regadío, cambia radicalmente las dosis y las formas de fertilización (así como el clima y el suelo); en forma general se aporta entre un 30 y un 50% en la siembra, junto con el fósforo y potasio necesarios para todo el ciclo. El resto del nitrógeno se distribuye en el ciclo con un buen aporte de agua.

1.11. FISIOLOGÍA DEL MAÍZ

Llanos (1984) afirma que, el maíz es el cereal más eficaz como producto de grano. Contribuyen a ello varios factores: gran tamaño de la planta, dotada de un área foliar muy considerable, con un tallo fuerte y alto, sistema de raíces abundantes y tejido vascular (conductor) amplio y eficiente. Como afirman S.R. Aldrich y Earl R. Leng, en su libro “producción moderna de Maíz”: “la planta del maíz es uno de los mecanismos más maravillosos que posee la naturaleza para almacenar energía”.

1.12. EMASCULACIÓN DEL MAÍZ

El efecto de emasculación o el **despanojado** de maíz es un procedimiento agrícola que consiste en la eliminación de las flores que producen polen, panoja, en lo alto de las plantas de maíz y arrojarlas al suelo. Es una forma de control de polinización, los lotes de maíz que van a ser despanojados o emasculados se siembran de manera natural en surcos, una vez que la planta emerja las panojas para la producción de los granos de polen, estas van ser eliminadas de manera manual y puestas en el suelo y así evitar o hacer el control de la polinización, por lo cual estas plantas despanojadas producen mazorcas con granos escasos o solamente la coronta (zuro) (<http://es.wikipedia.org/wiki/Despanojado>).

La floración masculina (panojamiento): Huamán (2001) en el estudio del maíz morado en dos momentos de siembra, menciona sobre la floración masculina que varía entre 79.85 a 80 días; Roca (1992), señala que para el maíz morado ecotipo procedente de la localidad de Huanta ocurre a los 76 y 79 días después de la siembra.

Enciso (2005) afirma en la asociación de maíz morado en diferentes momentos de siembra, que la floración masculina para el maíz morado ocurre en promedio de 72.83 días.

De La Cruz (2009) afirma en la determinación de la madurez fisiológica y calidad de semilla de maíz morado, realizado en el centro experimental de Canaán, menciona que los días transcurridos desde la siembra a la floración es de 92 a 93.5 días y esto se debía principalmente a que el ensayo se condujo bajo densidades de plantas/golpe cuadyuvado por el factor clima, suelo y planta (genético).

La floración femenina: Mondalgo (2002) reporta para el maíz morado en dos momentos de siembra la floración femenina ocurre a los 87.5 días; Huamán, señala en su estudio del maíz morado en dos momentos de siembra, que la floración femenina varía desde 89.75 a 90 días.

Roca (1992) señala que la floración femenina para el maíz morado ecotipo procedente de la localidad de Huanta se produjo a los 91.21 días.

De La Cruz (2009) afirma en la determinación de la madurez fisiológica y calidad de semilla de maíz morado, realizado en el centro experimental de Canaán, menciona que es ligeramente tardías (101.67 días) y afirma que haya sido influenciado por el factor clima, suelo y planta (genético).

Pinto (2002) encontró para el maíz morado Negro INIA I en un trabajo de selección mazorca hilera modificada, una escala de 4.50 a 4.93 con un promedio de 4.71. con un trabajo normal de la extracción del contenido de antocianina para el cultivo de maíz morado (tusa), donde menciona que el índice de tinción está consignado dentro de la escala Propuesta por el INIA.

Bartolini (1989) la floración y polinización. El maíz como excepción entre todos los cereales importantes, tiene inflorescencias masculinas y femeninas separadas, aunque se forman sobre la misma planta. El panacho, órgano masculino tiene la misión exclusiva de producir granos de polen en cantidad suficiente para asegurar la fecundación del órgano femenino, formado más abajo y denominado espiga o mazorca. Se estima, aunque sea aproximadamente, que el número de granos emitidos por el panacho de una planta sana y vigorosa oscila entre 2 y 5 millones. En la actualidad el panacho emite polen alrededor de una semana después de su aparición y la dispersión del polen durara varios días (5 a 8), iniciándose por la porción media del eje central del panacho para terminar por la base de las ramificaciones inferiores. La inflorescencia femenina o espiga está constituida por un grupo cilíndrico de flores femeninas, cada una de las cuales está en situación de formar una carióspside si la polinización se realiza con normalidad. En una espiga de dimensiones normales y bien desarrolladas se pueden contar de 700 a 1 000 óvulos (futuras carióspsides maduras), dispuestos siempre en un numero par de filas o rango a lo largo del zuro; una vez madura la mazorca tendrá siempre un numero par de filas de grano, que podrán ser de 16, 18 e incluso 22. Dos a tres días después del inicio de la dispersión del polen, de la espiga salen los estilos, llamados “barbas” o “sedas”, que no son otra cosa que conductos largos y estrechos, cada uno de los cuales termina en la base de un ovulo. Los primeros en aparecer son los que corresponden a la base de la espiga. Bajo condiciones meteorológicas y nutritivas favorables, todas las sedas están en

condiciones de recibir “activamente” los granos de polen entre 2 y 3 días después de la emisión del polen, con lo que queda asegurado el tiempo necesario para que la fecundación tenga lugar con regularidad, gracias a que el periodo de dispersión de polen es suficientemente largo. A veces ocurre, sobre todo en el caso de algunos híbridos, que no hay suficiente coincidencia entre la diseminación del polen y la emisión de las sedas, lo que provoca una fecundación imperfecta y, en consecuencia, una mazorca que solo está repleta de cariósides en la punta. Esto está ocasionado por un defectuoso desarrollo de la mazorca en la fase precedente, como consecuencia de una carencia de sustancias nutritivas (especialmente de nitrógeno), de una escasez de agua, por daños ocasionados por insectos o por una excesiva densidad de siembra; en todos los casos las consecuencias son nefastas y solo se ven cuando es tarde para aplicar soluciones. Una curiosidad en relación con la fecundación del maíz es que la máxima actividad de fecundación tiene lugar entre las nueve de la mañana y el medio día, produciéndose después una fuerte repentización e incluso una parada total de la actividad durante la tarde.

La polinización es el transporte de los granos de polen desde los sacos polínicos de las anteras hasta el micrópilo de los óvulos en Gimnospermas y hasta el estigma en las Angiospermas. (<http://es.wikipedia.org/wiki/polinizacion>)

Llanos (1984) en la fecundación del maíz morado, menciona que la planta destina el máximo de su actividad a asegurar, en primer lugar, la formación de las flores masculinas y el polen, en segundo término, la de espiga y los estilos. Los granos de polen producidos en la inflorescencia masculina llevados por el viento pueden fecundar a varias espigas femeninas; el polen es expulsado desde las primeras horas del día hasta media mañana. El rocío de la noche y la primera luz del día facilita la dehiscencia de las anteras y la propagación del polen. Normalmente, la máxima producción de polen se produce al tercer día de la dehiscencia. Las primeras flores que sueltan su polen suelen ser las del centro y las últimas, las de las puntas y la base. La liberación del polen puede durar de 6 a 8 días y son más que suficientes para fecundar todas las espigas de la plantación, se estima por término medio que una planta puede producir 25 millones de granos de polen.

Los óvulos de las flores femeninas producen estilos alargados terminados en sendos estigmas, su aspecto es de sedas o pelos coloreados que sobresalen en forma de cabellera por el extremo de la espiga o mazorca; un grano de polen al depositarse en el estigma produce un tubo polínico que al crecer se introduce por la funda formada por las células del haz fibrovascular del estigma y el estil, hasta llegar al ovulo. El tubo polínico lleva hasta el saco embrionario del ovulo el contenido del núcleo fecundante del grano de polen, produciéndose así la fundación e iniciándose inmediatamente la formación del grano de maíz. Por lo tanto, en condiciones de campo nórmeles, aproximadamente un 97% de las fecundaciones son cruzadas, y solo un 3% son autofecundaciones.

INIA (2001) en dos experimentos realizados sobre mejoramiento poblacional para la selección de semillas de alta calidad de grano y alto contenido de antocianina, informa haber logrado un grado de tinción de tusa de 4 a 5. Por ende, menciona que el rango o los valores obtenidos en el experimento están dentro del rango del grado de tinción del contenido de antocianina reportados a nivel nacional.

De La Cruz (2009) en el experimento determinación de la madurez fisiológica y calidad de semilla del maíz morado, logra obtener en el análisis de tusa en las mazorcas desgranadas un valor de 4.68, el cual indica que está consignado dentro de la escala propuesta por el INIA.

1.13. FLORACIÓN Y POLINIZACIÓN EN EL MAÍZ

a. Floración

Bartolini (1989) la floración y polinización. El maíz como excepción entre todos los cereales importantes, tiene inflorescencias masculinas y femeninas separadas, aunque se forman sobre la misma planta. El penacho, órgano masculino tiene la misión exclusiva de producir granos de polen en cantidad suficiente para asegurar la fecundación del órgano femenino, formado más abajo y denominado espiga o mazorca. Se estima, aunque sea aproximadamente, que el número de granos emitidos por el penacho de una planta sana y vigorosa oscila entre 2 y 5 millones.

Manrique (1999) a los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos.

- Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias

Las plantas de maíz son monoicas, es decir, que tienen los dos sexos en la misma planta; por lo tanto, tienen la capacidad de producir gametos (masculino y femenino) en el mismo individuo. Al conjunto de estructuras reproductivas en maíz se le conoce como inflorescencias (flor compuesta), así cada planta de maíz posee dos inflorescencias: una masculina y una femenina.

Llanos (1984) La inflorescencia masculina se le conoce como **panoja**, el cual es llamado errónea y vulgarmente como espiga. La panoja está compuesta por un eje central (prolongación del tallo), del cual se originan varias espigas laterales y una principal en la parte superior, a su vez estas espigas alojan a varias espiguillas que contienen un par de flores con estambres largamente filamentados en el que se producen los gametos masculinos (polen).

a.1. Floración masculina

Esta fase se inicia cuando se observa salir la panoja de la hoja superior de la planta, sin ninguna operación manual que separen las hojas que la rodean. Se anotará la fecha cuando el 50% y el 100% de la población entran en panojamiento. Esta observación se hará visualmente en los surcos centrales de cada parcela y/o tratamiento.

a.2. Floración femenina

Esta fase se inicia cuando salen los estigmas (barba o cabello de choclo). Se anotará la fecha cuando el 50% y el 100% de la población entran en espigamiento. Esta observación se hará visualmente en los surcos centrales de cada parcela y/o

tratamiento. La floración femenina (estilo) aparece 7 a 10 días después de la aparición de la flor masculina.

b. Inflorescencia

Llanos (1984) 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 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral.

b.1. Inflorescencia masculina

Llanos (1984) la inflorescencia masculina o panoja, normalmente se hace visible entre las últimas hojas de la planta, 7 a 10 días antes de que aparezcan los estilos de la inflorescencia femenina. Generalmente, 2 a 3 días antes de comenzar la liberación del polen, se elongan los internudos de la parte alta del tallo impulsando a la panoja, la cual queda completamente desplegada; la planta, en ese momento, alcanza su altura definitiva.

La panoja está compuesta por un eje central, que corresponde a una prolongación del tallo de la planta; en los dos tercios superiores de dicho eje se desarrolla una espiga, bajo la cual se originan varias ramas finas de aspecto plumoso que corresponden a espigas laterales. Tanto en la espiga central, como en las laterales, se originan espiguillas; éstas siempre se producen de a pares, siendo una pedicelada y la otra sésil. Cada espiguilla, a su vez, produce dos flores, las que presentan tres estambres largamente filamentosos y un pistilo; este último normalmente degenera, permitiendo que las flores sean funcionalmente masculinas. Rodeando las dos flores contenidas en cada espiguilla se presentan dos glumas; al interior de ellas, cada flor se presenta encerrada entre dos estructuras: la lemma o glumela inferior, ubicada en forma adyacente a una de las glumas, y la pálea o glumela superior, que se sitúa entre

las dos flores. La estructura que comprende la lemma, la pálea y la flor se denomina antecio.

b.2. Inflorescencia femenina

Llanos (1984) la inflorescencia femenina corresponde a una **espiga**, que se componen de un eje central, grueso y cilíndrico (olote). Está envuelto por un conjunto de estructuras que se les denomina brácteas, comúnmente conocidos como "hojas". El conjunto que forman la espiga y las brácteas se le conoce coloquialmente como mazorcas. Las estructuras que aparentan pelos o lo que en lenguaje común le denominan pelos de elote son botánicamente **estilos**. Por estos estilos penetran el polen que las panojas diseminan para efectuar la fecundación.

c. Polinización

Bartolini (1989) en la actualidad el penacho emite polen alrededor de una semana después de su aparición y la dispersión del polen durara varios días (5 a 8), iniciándose por la porción media del eje central del penacho para terminar por la base de las ramificaciones inferiores. La inflorescencia femenina o espiga está constituida por un grupo cilíndrico de flores femeninas, cada una de las cuales está en situación de formar una cariósida si la polinización se realiza con normalidad.

En una espiga de dimensiones normales y bien desarrolladas se pueden contar de 700 a 1 000 óvulos (futuras cariósides maduras), dispuestos siempre en un numero par de filas o rango a lo largo del zuro; una vez madura la mazorca tendrá siempre un numero par de filas de grano, que podrán ser de 16, 18 e incluso 22. Dos a tres días después del inicio de la dispersión del polen, de la espiga salen los estilos, llamados "barbas" o "sedas", que no son otra cosa que conductos largos y estrechos, cada uno de los cuales termina en la base de un ovulo. Los rimeros en aparecer son los que corresponden a la base de la espiga. Bajo condiciones meteorológicas y nutritivas favorables, todas las sedas están en condiciones de recibir "activamente" los granos de polen entre 2 y 3 días después de la emisión del polen, con lo que queda asegurado el tiempo necesario para que la fecundación tenga lugar con regularidad, gracias a que el periodo de dispersión de polen es suficientemente largo. A veces ocurre, sobre todo en el caso de algunos híbridos, que no hay suficiente coincidencia

entre la diseminación del polen y la emisión de las sedas, lo que provoca una fecundación imperfecta y, en consecuencia, una mazorca que solo está repleta de cariósides en la punta. Esto está ocasionado por un defectuoso desarrollo de la mazorca en la fase precedente, como consecuencia de una carencia de sustancias nutritivas (especialmente de nitrógeno), de una escasez de agua, por daños ocasionados por insectos o por una excesiva densidad de siembra; en todos los casos las consecuencias son nefastas y solo se ven cuando es tarde para aplicar soluciones.

De La Cruz (2009) la fecundación; los granos de polen producidos en la inflorescencia masculina llevados por el viento puede fecundar a varias espigas femeninas. El polen es expulsado generalmente desde las primeras horas del día, hasta media mañana. El rocío de la noche y la primera luz del día facilita la dehiscencia de las anteras y la propagación del polen. Normalmente, la máxima producción del polen se produce al tercer día de la dehiscencia. Las primeras flores que sueltan su polen suelen ser las del centro y las últimas, las de las puntas y la base.

La liberación del polen puede durar de seis a ocho días. La cantidad de polen que produce las plantas es normalmente más que suficiente para fecundar todas las espigas de la plantación. Se estima por término medio que una planta puede producir 25 millones de granos de polen. Solo en caso de que la sequía o temperaturas extremas lleguen a dañar una cantidad de flores masculinas, la escasez de polen puede ser causa de una cosecha deficiente.

Cuando unas deficientes formaciones de granos suelen ser: por esterilidad genética que inhibe la formación del polen, o por un retraso en el alargamiento de los estilos en relación con la liberación del polen.

Los ovulos de las flores femeninas producen estilos alargados terminados en sendos estigmas. Como hemos dicho, su aspecto es el de sedas o pelos coloreados que sobresalen en forma de cabellera por el extremo de la espiga o mazorca. Un grano de polen, depositarse en la punta de un estigma, produce un tubo polínico que al crecer se introduce por la funda formada por las células del haz fibrovascular del estigma y

el estilo, hasta llegar al ovulo. El tubo polínico lleva hasta el saco embrionario del ovulo el contenido del nucleo fecundante del grano de polen, produciéndose así la fecundación e iniciándose inmediatamente la formación del grano de maíz.

Los estilos empiezan a salir de las brácteas que envuelven las espigas femeninas, uno dos o tres días después de que empezaran a liberar el polen las flores masculinas. En tres, cuatro y cinco días como máximo, todos los estilos han surgido de las brácteas de manera que el final de la liberación coincide aproximadamente con la aparición de los últimos estilos. Esta coincidencia del momento de la liberación del polen con la aparición de los estilos en una misma planta no es funcional para la propia planta, ya que el porcentaje de fecundación del polen con las espigas del mismo pie de planta es muy escaso (un 3% de media). En el 97% de los casos se producen las fecundaciones cruzadas entre el polen y las espigas de plantas distintas. Este fenómeno de incompatibilidad relativa que impide a los granos de polen fecundar los óvulos de las flores de la misma planta, se llama alogamia, y constituye un mecanismo natural para evitar los peligros de una excesiva pureza u homocigosis que llevara a la especie a la regeneración y una falta de adaptación a los posibles cambios surgidos en el medio que se vive. Por tanto, en condiciones de campo normales, aproximadamente un 97% de las fecundaciones son cruzadas, y solo el 3% son autofecundaciones.

En relación con la fecundación del maíz es que la máxima actividad de fecundación tiene lugar entre las nueve de la mañana y el medio día, produciéndose después una fuerte repentinización e incluso una parada total de la actividad durante la tarde.

La polinización es el transporte de los granos de polen desde los sacos polínicos de las anteras hasta el micrópilo de los óvulos en Gimnospermas y hasta el estigma en las Angiospermas. (<http://es.wikipedia.org/wiki/polinizacion>).

c.1. Cleistogamia

La polinización puede producirse antes o después de la antesis. El primer caso es la cleistogamia, cuando la polinización se realiza ya en el capullo o botón floral, la autogamia o sea la fecundación con las gametas del propio polen, es obligada porque las flores no se abren. Su ventaja es que permite, a una especie bien adaptada,

perpetuarse en un medio más o menos estable. Su desventaja es que, por la autogamia, la especie presenta menor variabilidad hereditaria, y pierde plasticidad evolutiva.

c.2. polinización directa – autogamia

Cuando el transporte de polen y por ende, la fecundación, ocurre entre flores del mismo individuo, el proceso se denomina autogamia. Está muy difundida entre las malezas, las plantas pioneras y las especies insulares, que necesitan la fructificación de individuos aislados. En especies autóгамas, las flores con frecuencia son inconspicuas, con piezas florales reducidas, menor cantidad de polen, sin fragancia y sin néctar. (http://www.ecured.cu/index.php/Ma%C3%ADz_morado).

c.3. Formación y maduración del grano

Llanos (1984) sostiene que, al unirse el núcleo espermático masculino, transportado en la punta del tubo polínico, con el ovulo femenino se forma el cigoto.

Su división da lugar al embrión o semilla cuyas células reciben una dotación cromosómica cuantitativamente igual del padre y de la madre.

Después de las fecundadas las flores de la espiga, los estilos se oscurecen y marchitan. A los pocos días pueden ya verse sobre la espiga los pequeños granos con aspectos de gotitas de agua. Estos crujen rápidamente y, al mismo tiempo, la espiga se alarga y ensancha hasta formar la mazorca con su tamaño definitivo.

Unos veinte días después de la polinización, los granos se llenan de una pasta lechosa y azucarada que evoluciona para transformarse en las sustancias almidonadas y las proteínas del endospermo. Se conoce esta fase con el nombre “grano lechoso” o “tostado de la espiga”. Para entonces, el embrión ya está totalmente formado. Durante estos días, la actividad de la planta se concentra en la formación y transformación de las sustancias nutritivas almacenadas en el grano. Hacia las 30 o 35 días después de la fecundación empieza a depositarse y almacenarse el embrión en el interior del grano a partir de la corona (zona apical del fruto).

Aproximadamente cuarenta días después de la fecundación, puede distinguirse dos zonas en el grano; una superior rica en sustancias almidonadas y otra inferior que contiene las sustancias lechosas todavía sin transformar. Para esa época continua la formación de materia seca para la planta y su acumulación principalmente en la zona lechosa de los granos. Desde esta, las sustancias van transformándose en almidón y emigrando hacia la parte superior del grano. Estos fenómenos de síntesis, transformación, transporte y acumulación, van acompañados por una pérdida de la humedad en el grano. Hasta la octava o novena semana después de la fecundación el embrión ha terminado de formarse en el interior del fruto y el acumulo de sustancias nutritivas de reserva toca a su fin. El grano alcanza entonces el máximo peso seco y se encuentra en estado de madurez fisiológica. El rendimiento de la cosecha está prácticamente alcanzado y las plantas contienen en su conjunta el máximo de materia seca acumulación en las condiciones en que se ha desarrollado su ciclo de crecimiento vegetativo y de producción de grano.

1.14. EFECTOS DE LA VARIACIÓN

Las mazorcas de Maíz morado son cosechadas por los agricultores de las regiones Alto Andinas y Costeñas del Perú, provenientes de las zonas de: Cañete, Canta, Lunahuana, Huarochiri y Arequipa, quienes desde la siembra hasta la cosecha se esfuerzan por cultivar un producto de alta calidad que genere una fuente de ingresos sostenible para su hogar.

Los productores una compañía que produce y comercializa Maíz Morado de alta calidad (mazorca y granos selectos, color púrpura oscuro). El maíz que proveemos al mercado, crece bajo la sombra de los Andes peruanos y es producido por pequeños y medianos agricultores, contamos con conocimientos ancestrales del cultivo del maíz morado lo cual combinamos con los avances en tecnología agrícola para mejorar la calidad de nuestros productos.

Nuestro objetivo principal es ofrecer nuestros productos para satisfacer las diversas demandas de maíz morado: en nuestro territorio, para nuestros compatriotas que radican en el exterior, población hispana conocedores del sabor y sazón culinaria del

Perú y brindar el principio activo del maíz morado antocianina para la industria farmacéutica a través de la extracción de este pigmento.

Esperamos dar a conocer el maíz morado y sus principios activos al mundo, donde es el único en el mundo, que presenta coronta y granos de color Morado, esta pigmentación es llamada Antocianina, un colorante natural altamente valorado en el campo de la medicina y en la industria de alimentos, el principio activo del maíz morado, evita la presencia de cáncer al intestino grueso (cáncer de colon) debido al efecto del pigmento - antocianina, además, actúa como antioxidante al apoyar la regeneración de los tejidos (reduce el envejecimiento del cuerpo y protege el ADN celular), fomenta el flujo de la sangre (disminuye el riesgo de ataque al corazón), reduce el colesterol y promueve la formación de colágeno, mejorando la circulación. Los productos gozan de un gran reconocimiento en calidad por el Maíz Morado que se emplea en su fabricación.

Nuestros clientes prefieren las variedades de presentación de maíz morado que ofrecemos, por adecuarse a cada una de las necesidades de empleo como materia prima en la producción, industrialización y uso en la fabricación de tintes y alimentos. Las variedades de Maíz Morado que ofrecemos son las siguientes:

- a. Maíz morado entero
- b. Coronta entera de maíz morado
- c. Micropulverizado de coronta de maíz morado
- d. Extracto de coronta de maíz morado
- e. Granos de maíz morado

El verdadero maíz morado peruano disponible para el mundo entero y directo desde los campos de cultivo. El objetivo principal es como mencionamos anteriormente buscar las vías de explotar el maíz como una materia prima para la industria a largo plazo. Debido a ello se abre una gran posibilidad de emplear maíces pigmentados para la extracción industrial de sus pigmentos, debido a que por los volúmenes de producción y por la naturaleza de los mismos, es factible desarrollar una industria competitiva, orientada a satisfacer una de las grandes necesidades, de alimentación,

cosméticos y salud, al producir pigmentos del tipo de las antocianinas con una alta capacidad biológica. Por lo que es necesario realizar estudios como el presente, para poder lograr la extracción, purificación, estabilización y conocimiento químico de estos componentes de naturaleza pigmentada en el maíz.

Actualmente, la industria biotecnológica ha creado variedades de maíz transgénico que contienen sustancias anticoagulantes, vacunas y plásticos que son empleadas para elaborar fármacos y productos industriales. En cualquier momento estas variedades de maíces podrían llegar a la red alimenticia debido a la falta de monitoreo por parte de las autoridades mexicanas. Por éstos, y otros riesgos, un verdadero régimen de responsabilidad es indispensable.

(www.productoresmaizmorado.com).

a) Maíz morado entero

El maíz morado seco de 10% - 12% de humedad, seleccionado, limpio (libre de impurezas), desinfectado y embazado. (Tratamiento de limpieza, realizado manualmente, por tratarse de un Producto seco, se evita el desgrane).

Embazado a Granel: Doble Empaque, sacos de Polipropileno y de Papel. La cantidad del embazado lo determina el cliente. (www.productoresmaizmorado.com).

b) Coronta o tusa del maíz morado

Parte importante de donde se extrae el pigmento (antocianina), deshidratado (10% - 12 % de Humedad), libre de impurezas (libre de panca o chala, características de la planta) producto preparado para embarque. Cosechado en valles Interandinos a una altitud por arriba de los 2500 metros sobre el nivel del mar (andes peruanos), para obtener un producto altamente competitivo en los estándares de rendimiento por concentración de antocianina / Kg., ya que este producto es utilizado como insumo o materia prima para la extracción del pigmento (color púrpura oscuro).

Embasado a Granel en sacos de Polipropileno (25 Kg. 50 Kg.100Kg) o en libras, se empaca según el requerimiento del cliente. (www.productoresmaizmorado.com)

c) Coronta micropulverizado – concentrado en antocianina

Colorante Natural en polvo fino de 40 – 60 - 80 -100 mesh, de color púrpura oscuro, soluble en agua concentrado y atomizado, sus componentes son utilizados como insumo natural. En el caso del maíz morado presenta alta concentración de antocianina en tusa o coronta (pigmento morado que da color al maíz) es por ello su valor benéfico.

Los beneficios científicamente comprobables son: Antioxidante natural, regeneración de los tejidos (retarda el envejecimiento del cuerpo), incrementa y mejora el flujo de la sangre (circulación) y combate el colesterol. Preventivos contra el cáncer (fortalecen el sistema inmunológico). Empacado en Bolsa de 25 KILOS PVC negro de tres micras sellado. (www.productoresmaizmorado.com).

1.15. SANIDAD DEL CULTIVO

1.15.1. Principales plagas del maíz morado

Requiz (2005) señala que, las plagas más importantes en cultivo de maíz en los valles interandinos son:

a. Gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*)

Ataca en la germinación perforando las plantas tiernas. Para su control se recomienda tratar la semilla con Orthene.

b. Gusano de tierra o cortador (*copitarsia turbata*)

Afecta a las plántulas recién germinadas cortándolas a nivel del cuello, casi al ras del suelo y provoca su caída y muerte. Se controla realizando una buena preparación del suelo y aplicando riegos pesados.

Requiz (2005) la práctica cultural de riego de machaco, permite el ahogamiento d las larvas antes de la preparación del suelo; la rotación de cultivos, es otra práctica que permite disminuir la población de estos insectos. La aplicación de cebos envenenados al pie de la planta preparados con afrechillo, maleza y sirven para controlar el ataque de los gusanos.

c. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Es un gusano que se alimenta del cartucho o cogollo en diferentes épocas de desarrollo de la planta. Cuando el ataque es muy intenso el gusano no sólo se alimenta de los bordes de las hojas, sino que además presentan grandes agujeros.

El control químico se efectúa aplicando Oncol, Monitor, Tamaron, Decis, Azodrin entre otros.

Requiza (2005) manifiesta que las larvas causan daños foliares, las larvas de los primeros estadios producen raspado de hojas y cuando alcanzan mayor tamaño estos producen perforaciones y pueden causar muerte de la planta cuando dañan el punto de crecimiento, se controla mediante la aplicación de Difterx 23.5 G. a razón de 10kg.ha⁻¹, aplicación de cipermetrinas a razón de 150 a 200ml. Por cilindro de 200 litros de agua. Cuando las larvas están raspando las hojas mediante un estudio preliminar se ha observado que la aplicación de extracto de tarwi produce mortalidad de larvas de primeros estadios.

Vilca (1997) señala que, la plaga más importante del maíz en la sierra peruana causa daños en el maíz juntamente con plagas de copitarsia, en la costa las infestaciones se inician cuando las plantas tienen de 10 a 15 cm. De altura durante los meses de enero y marzo.

Los daños, se inician después de la eclosión del huevo la larva empieza a raspar las hojas durante el trayecto hacia el cogollo, es a partir del tercer estadio donde las larvas empiezan a masticar las hojas, cuando la planta es pequeña, la planta queda destruida con las hojas hilachadas, si la infestación continua se observa daños en la inflorescencia masculina y femenina, incluso puede alimentarse del choclo.

d. Gusano mazorquero (*Heliothis zea*)

Vilca (1997) manifiesta que, la plaga más importante en la zona andina, principalmente en lugares donde se siembra maíz amiláceo, en la costa tiene importancia solo en verano. Las hembras tienen actividad nocturna, ovipositan en el pistilo de manera aislada e individual, las larvas inicialmente se alimentan del pistilo

fresco, posteriormente del grano fresco, luego de completar su desarrollo bajan a empujar en el suelo. El ciclo de desarrollo dura más o menos entre 43 a 73 días dependiendo de las condiciones climáticas, a altas temperaturas el ciclo se acorta. Los daños se notan cuando las larvas al consumir los granos de choclo reducen el número de granos, desmejora la calidad del choclo, si la época es lluviosa la humedad ingresa a la mazorca y puede descomponerlo completamente por el desarrollo de microorganismo. Para el control cultural se recomienda no sembrar maíz en meses de verano, sembrar maíz resistente a la enfermedad y de rápido crecimiento o desarrollo.

Requiza (2005) manifiesta la manera de controlar es con la aplicación de 3 gotas de aceite de consumo humano en el arte apical de la mazorca cuando se observa posturas o larvas del primer estadio en el 10% de plantas. La cantidad necesaria de aceite es de 6 litros por ha⁻¹ aplicados 2 litros en el último tercio de floración.

e. *Euxesta* sp.

Suele confundirse con infestaciones de la mazorca por gusanos; sin embargo, la diferencia radica en que la larva de *Euxesta* es pequeña (aproximadamente 0,5 cm de longitud) y produce una pudrición húmeda que avanza de la punta al resto de la mazorca. Se puede controlar espolvoreando Servin en polvo al 10%, dirigido a las barbas.

Vilca (1997) señala que “la mosca de la mazorca” *Euxesta anonde*, *Euxesta sororcuta*, *Euxesta eluta*, es considerado como plaga clave actualmente. El daño de la plaga está asociado al grado de cobertura de la mazorca y se ha observado que los mayores daños se presentan cuando existen fuertes precipitaciones, por el desarrollo del hongo que ocasiona pudrición de la mazorca. Es común observar larvas que ingresan hacia el apice de la mazorca y como consecuencia de los residuos de su alimentación más la humedad ocasionan la pudrición. Las larvas de la mosca se alimentan de la parte interna de los granos dejando solamente cascara es común encontrar en la misma mazorca los puparios y los adultos son de actividad diurna.

1.15.2. Problemas en la cosecha y poscosecha

La cosecha con exceso de humedad (30% a 40%) y mal manejo en el proceso de secado genera mermas por fermentación, pérdida de peso y presencia del hongo fusarium (que genera la micotoxina Fumonisina), que afecta seriamente la salud.

Cuando el destino de la producción es el mercado nacional, se selecciona dos calidades, en función del tamaño de mazorca y granos. El 70% del volumen es de primera calidad y 30% es de segunda calidad.

1.15.3. Principales enfermedades del maíz

a. Carbón del maíz

Requíz (2005) manifiesta que, la mejor práctica para disminuir su incidencia es sacar las mazorcas con agallas en estado verde para enterrarlos para compost. También la rotación de cultivos es una práctica que permite disminuir la incidencia de esta enfermedad.

b. Pudrición de mazorcas

Requíz (2005) es producida por hongos (*Fusarium moniliforme*, *Fusarium tursicum* y *Diplodiamaydis*). Control de gusanos de la mazorca impiden el ingreso de hongos y el uso de variedades resistentes o tolerantes son las mejores alternativas.

c. Achaparramiento

Tapia (2007) señala que, esta enfermedad es diseminada por la cigarrita (*Dalbulos maidis*). Los síntomas típicos, es la formación de numerosos puntos cloróticos a lo largo de las nervaduras de las hojas; presentando un aspecto de rayas, y pueden ser observados cuando las hojas son colocadas contra la luz, los primeros síntomas aparecen a los 8 a 16 días de la infección.

Requíz (2005) señala que se puede controlar mediante el uso de variedades tolerantes y la siembra temprana son las mejores alternativas para garantizar mejor producción de mazorcas. En los valles interandinos de la sierra a partir del mes de noviembre se eleva la temperatura ambiental que condiciona un rápido incremento de la población del insecto. Las variedades mejoradas de maíz morado felizmente toleran esta enfermedad.

1.16. USOS Y PROPIEDADES

Los últimos informes sobre esta gramínea maravillosa, revelan que esta variedad de maíz por la característica tan especial del pigmento que posee, llamado “Antocianina”, evita la aparición del cáncer al intestino grueso –información proporcionada por el diario japonés Mainichi Shimbun- este pigmento incrementa la salud cardíaca, mejora la circulación sanguínea y protege el corazón, logrando beneficios antienvjecimiento.

A nivel de subproductos, el principal exportado fue la coronta de maíz morado (26.3% del total de exportaciones de maíz morado y derivados), la cual es demandada no solo como colorante natural en la industria de alimentos y bebidas sino para su aplicación en el sector farmacéutico, por su alto contenido de antocianina. Le siguieron en importancia los envíos de concentrado de maíz morado (10% del total de envíos), extracto de maíz morado (6.2%) y jugo (4.5%).

El maíz morado es otro alimento con mucho valor nutricional y con el que podemos hacer varios alimentos muy ricos para grandes y chicos. Las propiedades del maíz morado son muy variadas y entre ellas encontramos:

- Su alto contenido de antocianina -pigmento azul morado- es un poderoso antioxidante natural, que previene la degeneración de algunas células del cuerpo, por ende, ayuda en la prevención del temido cáncer.
- El maíz morado contiene fitonutrientes, que carecen de valor nutricional, pero que protegen al cuerpo del impacto del medio ambiente, fortalecen la inmunidad del cuerpo y protegen contra sustancias cancerígenas.
- Consumir este maíz también protege de otras enfermedades degenerativas como de la arteriosclerosis, la diabetes y la artritis.
- También está indicado para reducir la presión arterial y el colesterol en la sangre.

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, almíbar; 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.

(http://www.ecured.cu/index.php/Ma%C3%ADz_morado).

1.17. SUBPRODUCTOS

a. Polvo colorante

El polvo de maíz morado es el producto de la molienda del maíz morado; tiene un fino tamaño de partícula que es en gramos para el tema comercial y alto contenido de antocianina. Generalmente se envasa en bolsas de polietileno de baja densidad. Fuente: Biocomercio.

1.18. LAS ANTOCIANINAS DEL MAÍZ MORADO

Es un tipo de flavonoide complejo, que se caracteriza por su gran efecto antioxidante, por promover la formación de colágeno mejorando la microcirculación, por apoyar la regeneración de los tejidos, por fomentar el flujo de la sangre y reducir el colesterol. Los compuestos fenoles son poderosos antioxidantes que protegen las membranas de las células y el ADN de los efectos dañinos oxidativas de los radicales libres. Por lo tanto, brindan protección celular así prevención ante las enfermedades cardiovasculares. Adicionalmente contribuyen a mejorar la visión y retardan en general los procesos degenerativos del cuerpo humano.

El maíz morado es una variedad de maíz que posee la coronta y los granos de color morado y es originario del altiplano andino (Bolivia y Perú). Contiene diferentes tipos de **Antocianinas**, siendo la cianidina-3- β -glucósido, su pigmento mayoritario el cual es un importante antioxidante. También el extracto de maíz morado puede ser usado en productos ácidos (p. ej. bebidas, jugos) donde se desee un color rojo. A un colorante extraído a partir del de maíz morado se le clasifica con el número E-163

(EEC). Además del pigmento principal cianidina- 3-glucósido, se han encontrado en variedades de maíz morado: pelargonidina - 3- glucósido, peonidina-3-glucósido, cianidina-3-maloilglucósido, pelargonidina-3-malonilglucósido, y peonidina-3 - malonilglucósido) en extractos comerciales de maíz morado y granos del mismo. Además, cianidina-3-dimalonilglucósido como compuesto minoritario en algunas variedades.

Las Antocianinas del maíz morado son más estables que la Enocianina de la uva, a la luz, al calor y principalmente a los cambios de pH. Las Antocianinas del maíz Morado a un pH entre 3 y 3.5 permanecen de un color rojo amarillento, mientras que la antocianina se torna azulada en esa condición.

Lo mejor de las antocianinas es que no se destruyen con el calor, como sí lo hacen otros pigmentos saludables como los carotenos de las zanahorias o el licopeno del tomate. Las propiedades de las antocianinas permanecen intactas y concentradas en el líquido morado que obtenemos al hervir el maíz. La antocianina proveniente del maíz morado es un tipo de flavonoide complejo. Es un pigmento procesado y purificado que se obtiene de los granos, del polvillo y principalmente del zuro. (http://www.ecured.cu/index.php/Ma%C3%ADz_morado).

Tabla 1.2: Porcentaje de antocianinas en el grano y la coronta del maíz morado

Muestra	Antocianinas (mg de antocianinas/100gr)	Rendimiento (%)
Coronta	610.998	79.27
Grano	51.935	6.61
Grano molido	157.841	14.12

Fuente: Fernández, 1995.

La antocianina es un antioxidante natural, anti-microbial, que favorece la regeneración de los tejidos, mejora la actividad cardiaca, la circulación sanguínea, inhibe la síntesis del colesterol y promueve la formación de colágeno. También desintoxica el cuerpo de los agentes de la contaminación ambiental, desactiva sustancias cancerígenas, fortalece el sistema inmune y protege al cuerpo del desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas como cataratas, artritis, tensión

alta, diabetes, envejecimiento, arterosclerosis y enfermedades cardíacas, entre otras. El uso farmacéutico de las antocianinas es reconocido en oftalmología.

Este pigmento se encuentra en muchas frutas y vegetales; en el maíz morado, la mayor concentración se encuentra en la coronta.

1.19. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MAÍZ MORADO

Composición química del grano de maíz morado se destaca el contenido de carbohidratos y proteínas. La coronta tiene una importante fracción de fibra, carbohidratos y minerales. En relación a los minerales del grano, su contenido de fósforo y calcio es importante. El detalle de la composición del grano y coronta de maíz morado se presenta en los siguientes cuadros:

Collazos (1962) mencionado por Araujo (1995) y citado por Mondalgo (2004) reporta la composición química que se da en el cuadro siguiente:

Tabla 1.3: Composición química del maíz morado y de la chicha morada (contenido en 100 gr de la parte comestible)

COMPONENTES MAYORES Y MENORES	MAÍZ MORADO	BEBIDA (CHICHA)
Calorías	357 g	20 g
Agua	11.40 g	95g
Proteína	6.7 g	0.00 g
Carbohidratos	76.9 g	5 g
Fibra	1.80 g	-
Ceniza	1.70 g	0.10 g
Calcio	12 mg	24 mg
Fósforo	328 mg	4 mg
Hierro	0.02 mg	1.30 mg
Cianidina	0.06 mg	-
Tiamina	0.38 mg	0.00 mg
Riboflavina	0.02 mg	0.10 mg
Niacina	2.80 mg	0.04 mg
Ácidoascórbico reducido	0.00 mg	0.00 mg

Fuente: Collazos (1962), mencionado por Araujo (1995).

Tabla 1.4: Composición físico - químico del grano y la Coronta del maíz morado (variedad Morado Canteño)

Componente	Porcentaje	
	Grano	Coronta
Humedad	11.4	11.2
Proteínas	6.7	3.74
Grasa	1.5	0.32
Fibra	1.8	24.01
Cenizas	1.7	3.31
Carbohidratos	76.9	57.42
Total	100	100

Fuente: Delgado Espinoza, J. Tesis UNALM 1987.

1.19.1. Grano y coronta

Contiene entre 7.7 a 13% de proteínas, 3.3% de aceites, 61.7% de almidón. También contiene P, Fe, Vit. A, Tiamina, Riboflavina, Niacina, A. Ascórbico, y antocianinas. www.inkanat.com/es/infosalud/maiz-morado.html - España.

1.19.2. Efectos beneficiosos en el organismo humano

Es una variedad del maíz de Los Andes, cuyo color púrpura en los granos y coronta se debe a la alta concentración de antocianinas. Su uso tradicional es reconocido y sus propiedades certificadas por diferentes estudios científicos;

Beneficios:

- ✓ Poderoso antioxidante.
- ✓ Anti-inflamatorio.
- ✓ Previene ciertos tipos de cáncer (ej. de Colon).
- ✓ Ayuda controlar la obesidad.
- ✓ Incrementa el flujo sanguíneo.
- ✓ Incrementa la agudeza visual y mejora la visión nocturna.
- ✓ Retarda procesos degenerativos en general.
- ✓ Favorece la regeneración de tejidos.
- ✓ Tiene acción antiarrugas.

(macapunch.com/maizmorado.htm)

1.19.3. Efecto en el Sistema Circulatorio

Las antocianinas presentes en el maíz morado pueden promover la circulación sanguínea, estabilizando y protegiendo los vasos sanguíneos en general y los

capilares en particular del daño oxidativo, mejorando así la micro circulación. Los resultados de varios estudios epidemiológicos indican que el consumo regular de alimentos ricos en compuestos polifenólicos está asociado con una reducción en el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares.

(macapunch.com/maizmorado.htm).

1.19.4. Efecto en la Actividad Anti Inflamatoria

La principal antocianina presente en el maíz morado es C₃G, la cual ha demostrado tener actividad antiinflamatoria, que proveen de una base bioquímica para el uso de C₃G como un factor de alimento funcional y también puede tener implicaciones importantes para la prevención de males inflamatorios provocados por medio del óxido nítrico. (macapunch.com/maizmorado.htm).

1.19.5. Efecto en la Regeneración del Tejido

- Las antocianinas presentes en maíz morado pueden estimular la regeneración del tejido conectivo y promover la formación del colágeno.
- Cuando el Maíz morado es añadido a la dieta, puede suprimir las enzimas del cuerpo que ayudan a sintetizar ácidos grasos, lo cual podría ser beneficioso para prevenir la diabetes y la obesidad.
- Recientemente, se ha reportado que la materia morada obtenida de Maíz morado puede disminuir la carcinogénesis en el Colon.

Como podemos ver, con el consumo del maíz morado las posibilidades de obtener ciertos beneficios en la acción diurética e hipotensora es mayor, esta última acción parece deberse a que contiene sustancias aún no determinadas probablemente poli fenoles que actúan en muchos casos bajando la Presión Arterial, además de la actividad hipotensora propia de las sustancias diuréticas.

(www.inkanat.com/es/infosalud/maiz-morado.html- España).

1.20. VALOR NUTRITIVO

Collazos (1962) mencionado por Araujo (1995) composición química del maíz morado.

Tabla 1.5: Valor nutricional (Contenido en 100 gr. parte comestible).

COMPONENTES	MAÍZ MORADO
Agua	11.40 gr.
Proteína	6.70 gr.
Carbohidratos	76.90 gr.
Fibra	1.80 gr.
Ceniza	1.70 gr.
Calcio	12.00 mg.
Fósforo	328.00 mg.
Hierro	0.02 mg.
Tiamina	0.38 mg.
Riboflavina	0.02 mg.
Niacina	2.80g.

Fuente: Collazos (1962), mencionado por Araujo (1995).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se condujo en el Centro Experimental CANAAN-UNSCH a 2.0 km., al este de la Ciudad de Huamanga, entre las paralelas 13°10'02'' Latitud Sur y 74°12'11'' Longitud Oeste, a una altitud de 2 750 msnm., en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga y distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.

Durante la campaña agrícola 2011 – 2012; los meses de noviembre del 2011 a Junio del 2012. El relieve topográfico presenta una pendiente que varía de 1.5 – 2.5%; a su vez manifestaremos que pertenece a la región quechua según la clasificación de las ocho regiones naturales según Pulgar Vidal y pertenece a la cuenca del río Cachi.

Ubicación política

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.

Ubicación geográfica

Latitud : 13°10'02'' S

Longitud : 74°12'11'' O

Altitud : 2,750 msnm

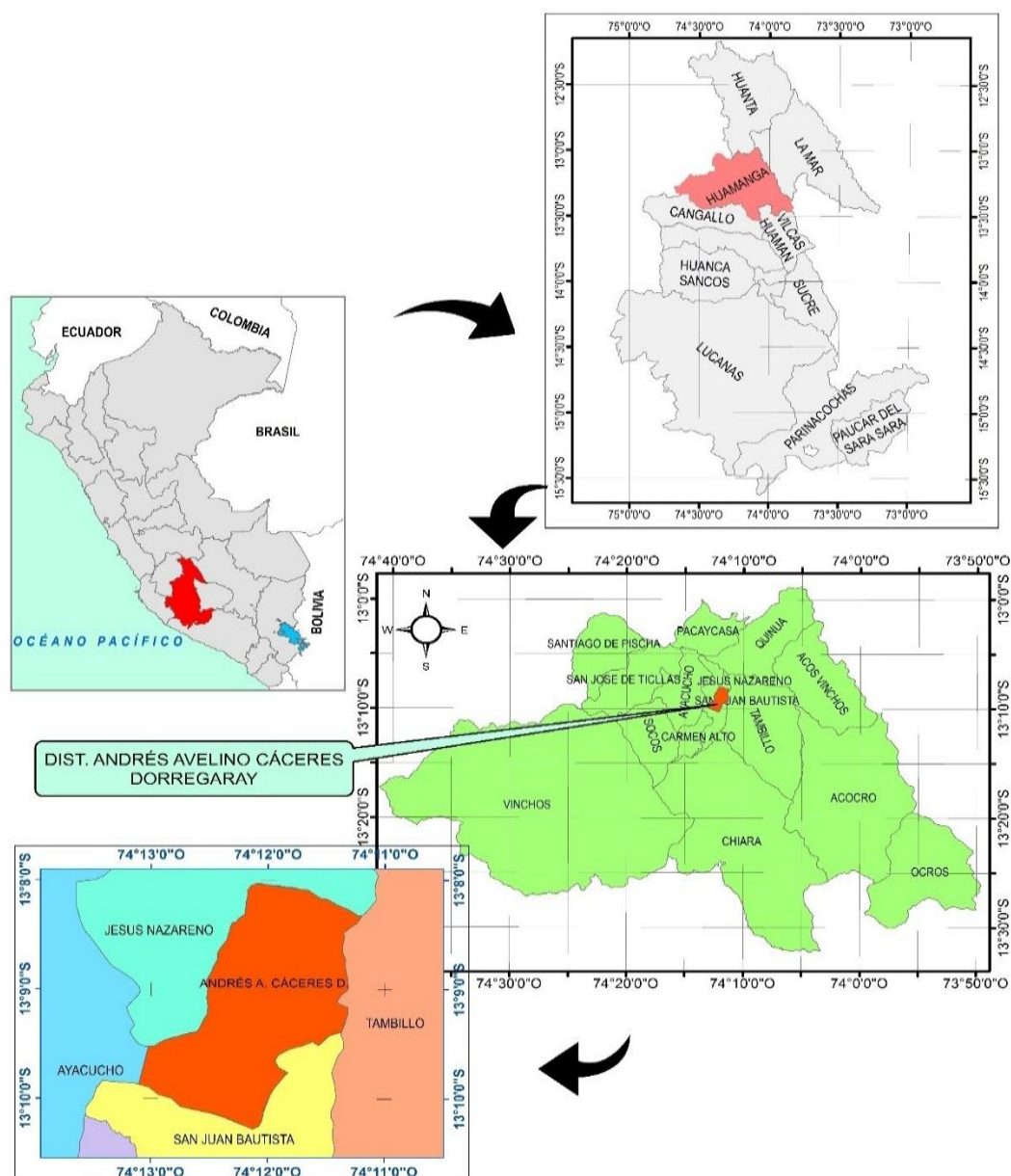


Figura 2.1. Ubicación geográfica.

Ubicación ecológica

Según la clasificación ecológica de Holdridge (1986), Citado por Quispe (1999), se encuentra dentro de la zona de vida natural Bosque Seco - Montano Bajo Subtropical (bs-MBS).

2.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El campo experimental fue un campo con alfalfa que fue sembrada hace 05 años, Previa a la instalación del experimento, durante la campaña anterior 2010 – 2011, el

campo estuvo ocupado por el cultivo de maíz morado negro INIA I, cuya fórmula de fertilización aplicada fue de 180 – 80 – 60 Kg. Ha-1 de NPK y utilizaron como fuente de fertilización: Urea (46% N), Superfosfato Triple de Calcio (46% P₂O₅) y Cloruro de Potasio (60% K₂O).

2.3. ANÁLISIS DEL SUELO

Para el análisis físico y químico del suelo se tomaron muestras por el método convencional, teniendo en cuenta la capa arable de 20 a 30 cm. de profundidad; las sub muestras fueron mezcladas uniformemente para obtener una muestra representativa de 1 kg., la cual fue colocada en una bolsa de polietileno debidamente identificado, luego fue llevado al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para su respectivo análisis, cuyos resultados se muestran a continuación.

Tabla 2.1: Características físicas y químicas del suelo. Estación Experimental Canaán 2750 msnm. – Ayacucho. 2011.

Propiedades Químicas	Unidad	Valor	Método	Interpolación según Ibáñez y Aguirre
pH		7.20	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
M.O.	(%)	3.80	Walkley Black	Medio
N-Total	(%)	1.55	Kjeldahl	Medio
P-Disp.	(ppm)	17.30	Bray-kurtz	Medio
K-Disp.	(ppm)	164.4	Turbidimetría	Alto
Arena	(%)	41.6		
Limo	(%)	20.9	Hidrómetro	
Arcilla	(%)	37.5		
Clase Textual	Franco – Arcilloso			

Fuente: Laboratorio de suelos “Nicolás Roulet” del Programa de investigación en pastos y ganadería de la UNSCH.

De la tabla 2.1, se tiene 1.55% de N total, P disponible 17.30 ppm y K disponible 164.4 ppm; los cuales de acuerdo a la interpretación de Ibáñez y Aguirre (1983)

representan contenidos medio, medio y alto respectivamente. Además, la clase textural pertenece al Franco - Arcilloso.

En base a los resultados obtenidos de la tabla 2.1, se interpreta que el pH de 7.20, se encuentra en un rango óptimo para el cultivo de maíz morado, ligeramente alcalino; el cual está dentro de lo recomendado para el cultivo de maíz. Finalmente, según el análisis físico del suelo, el contenido de la arena, limo y arcilla son 41.6%, 20.9% y 37.5% respectivamente, clasificándose como un suelo de textura franco arcilloso.

Ibañez (1983) menciona que de acuerdo a la clasificación de suelos por su contenido de materia orgánica pertenece a un suelo mineral; y en función al nivel de materia orgánica en suelos minerales, es medio. Así mismo el contenido de nitrógeno total es medio. El contenido de fósforo disponible es medio. El potasio es considerado como alto.

La textura del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural Franco-Arcilloso. La textura medio arcillosa es óptima para el cultivo de maíz, pues un terreno muy arcilloso es perjudicial, debido a que retiene demasiada humedad, así mismo los terrenos demasiado arenosos pueden provocar una escasez hídrica (Parodi y Romero, 1991).

A partir de este análisis de suelo, se eligió la fórmula de abonamiento de 120-80-60 de NPK, que corresponde a 193 kg. ha⁻¹ de Urea (46 % N), 174 kg. ha⁻¹ de Fosfato Diamónico (18 % N y 46 P₂O₅), y 130 kg. ha⁻¹ de Cloruro de Potasio (60 % K₂O).

2.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los datos climáticos fueron proporcionados por la Estación Meteorológica de Canaán (SENAMHI) del gobierno Regional de Ayacucho. Mediante una tabulación de los datos de temperatura y precipitación, se obtuvo la evapotranspiración potencial, utilizando la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN, 1979). De la evapotranspiración potencial ajustada o real (ETPR) se restó la precipitación, obteniéndose la deficiencia o exceso de agua en el suelo. Relaciona la precipitación con la evapotranspiración

(evaporación de agua del suelo y la transpiración del cultivo), los cuales a su vez están estrechamente relacionadas con la temperatura máxima, mínima y media registradas durante el día. Todos estos conjuntos de datos determinan las características climáticas de Huamanga, y específicamente de la zona de Canaán

La Estación Experimental - Canaán presenta un clima templado propio de la región quechua. Se tiene dos épocas bien diferenciadas: seca y húmeda. La época húmeda comprendida entre los meses de mayor precipitación (diciembre, enero, febrero y marzo) y la época seca comprendida entre los meses de abril a noviembre.

Los datos climáticos (temperatura y precipitación), correspondientes a la campaña agrícola 2010-2011, se presentan en el cuadro 2.2 y representado en la figura 2.1.

En la tabla 2.2 se observa que las temperaturas promedio de máxima, mínima y media mensuales fueron de 24.05, 9.03 y 16.54 °C, respectivamente y la precipitación total anual fue de 744.25 mm.

Se observa que los promedios mensuales de las temperaturas mínima, media y máxima fue de 9.0, 16.5 y 24.1 °C respectivamente. La precipitación acumulada durante la campaña agrícola 2010-2011 (setiembre del 2011 y agosto del 2012) fue de 744,3mm con una distribución irregular. Los meses de alta precipitación fueron diciembre, enero, febrero y marzo del 2011 y 2012, indicándonos que hubo exceso de humedad en el suelo. Los riegos se realizaron en los meses de menor precipitación que corresponde a noviembre del 2011, meses de noviembre desde la preparación del terreno y siembra en alguno de los tratamientos y en abril, mayo y junio de mantenimiento de los tratamientos finales, con la finalidad de evitar que el cultivo sufra el estrés por falta de humedad.

El balance hídrico se realizó utilizando la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN, 1976). En el que se observa déficit de humedad en los meses de setiembre a noviembre 2011 y de abril a agosto del 2012; las precipitaciones de los meses diciembre a marzo superan la

evapotranspiración realizada, por lo tanto, hubo suficiente humedad en el suelo (figura 2.1)

Tabla 2.2: Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña 2010-2011, de la Estación Meteorológica de Canaán (SENAMHI) del gobierno Regional de Ayacucho.

AÑO	2011 – 2012													
MESES	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL	PROM
T° Máxima (°C)	25,30	25,80	26,70	25,60	22,60	23,60	20,40	22,60	23,60	24,00	23,80	24,60		24,05
T° Mínima (°C)	8,10	9,50	9,00	11,00	8,40	11,20	10,60	9,60	7,60	6,10	9,30	7,90		9,03
T° Media (°C)	16,70	17,65	17,85	18,30	15,50	17,40	15,50	16,10	15,60	15,05	16,55	16,25		16,54
Factor	4,80	4,96	4,80	4,96	4,96	4,48	4,96	4,80	4,96	4,80	4,96	4,96		
ETP(mm)	80,16	87,54	85,68	90,77	76,88	77,95	76,88	77,28	77,38	72,24	82,09	80,60	965,45	0,77
Precipitación (mm)	21,90	66,70	27,40	103,65	124,80	191,60	134,30	46,60	14,10	0,30	12,00	0,90	744,25	
ETP Ajust. (mm)	61,79	67,49	66,05	69,97	59,27	60,09	59,27	59,57	59,65	55,69	63,28	62,13		
H del suelo (mm)	-39,89	-0,79	-38,65	33,68	65,53	131,51	75,03	-12,97	-45,55	-55,39	-51,28	-61,23		
Déficit (mm)	-39,89	-0,79	-38,65					-12,97	-45,55	-55,39	-51,28	-61,23		
Exceso (mm)				33,68	65,53	131,51	75,03							

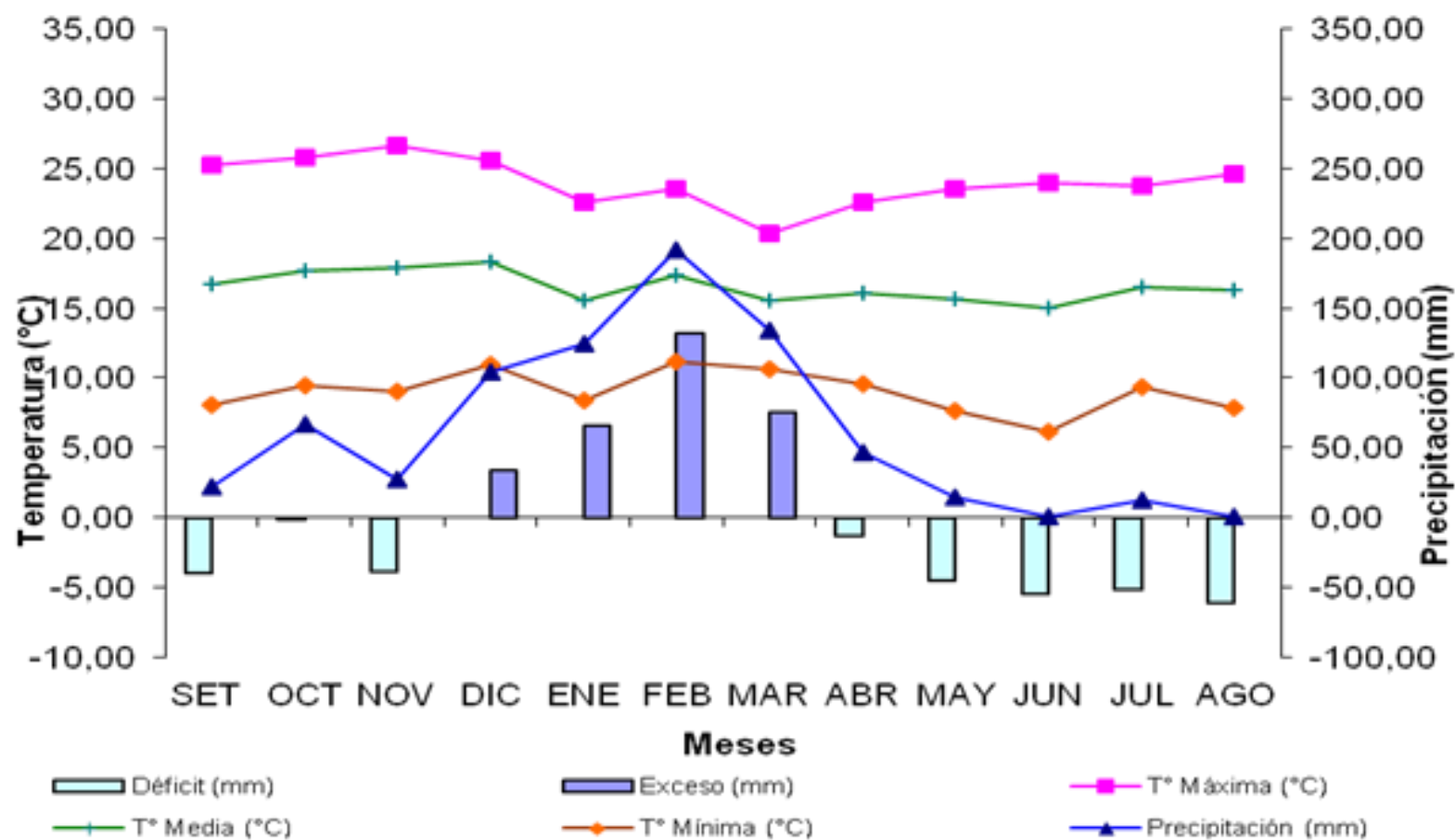


Figura 2.2: Diagrama ombrotermico de la PP Vs T° y balance hidrico. Campaña 2010 - 2011

2.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

2.5.1. Características de la variedad INIA 615 - Negro Canaán

La variedad INIA 615 – Negro Canaán se desarrolló a partir de 36 colecciones de cultivares locales de la raza Kcully colectadas el año 1990 en las provincias de: Huanta (22), Huamanga (8) y San Miguel (6), mejoradas por Selección Recurrente de Medios Hermanos durante 9 ciclos. Entre 2005 y 2007 fue evaluada en ensayos de adaptación y eficiencia en las provincias de Huanta y Huamanga de la Región Ayacucho. Se adapta a las condiciones de los valles interandinos de la sierra, desde los 2 000 hasta 3 000 metros de altitud.

El material experimental estuvo conformado por 5 tratamientos, con los diferentes días de siembra, teniendo un intervalo de los 18 días entre los tratamientos y los porcentajes de despanojado, este intervalo de tiempo se tomó en consideración hasta los momentos del despanojado y hasta la cosecha. Se desconoce el efecto de la práctica de despanojado en la productividad y calidad de tusa (zuro), en el cultivo de maíz morado.

La baja calidad de la tusa en cultivos de maíz morado tradicional se debe a la pérdida de estructuras con alto contenido de antocianina en el proceso de desgrane; debido a lo cual la sustitución de la obtención del grano, con la calidad de antocianina en la tusa. Por ello se adoptó esta metodología de los efectos de la emasculación con porcentajes variados en los 5 tratamientos. Donde se evaluó con 10 repeticiones en cada uno de los tratamientos.

El estudio se realizó en el Centro Experimental Canaán a una altitud 2750 msnm, provincia Huamanga, departamento Ayacucho. El periodo de siembra es en el mes de noviembre y diciembre y el periodo de cosecha es en el mes de mayo y junio. Optando los efectos del despanojado, con momentos distintos de siembra, emasculación y cosecha, donde las densidades de siembra y los abonamientos son iguales para todos, además se tuvo en consideración las mismas técnicas de evaluación y las repeticiones. El estudio obtuvo una repercusión en los efectos de despanojado y la obtención de la calidad de (tusa) del maíz morado (concentración de antocianina). Calidad e índice de tinción buena de acuerdo a la lectura de densidad óptica.

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

Tabla 2.3 Tratamientos en cada parcela (T)

código	% de despanojado	Fecha de siembra	Fecha de emasculación	Fecha de cosecha
T1	0	18/11/2011	-	16/04/2012
T2	25	06/12/2011	05/02/2012	02/05/2012
T3	50	13/12/2011	12/03/2012	01/05/2012
T4	75	24/12/2011	23/03/2012	17/05/2012
T5	100	31/12/2011	30/03/2012	20/05/2012

Fuente propia.

2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el diseño completamente randomizado (DCR), con 5 tratamientos y 10 repeticiones (de 10 golpes/repetición), los tratamientos de los efectos de emasculación fueron sembrados en cinco momentos distintos (intervalos de siembra cada 18 días). El modelo aditivo lineal del experimento es el siguiente:

2.7. MODELO ADITIVO LINEAL DEL DISEÑO (MAL)

$$X_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

X_{ij}: Observación de i-ésimo nivel del tratamiento (efectos de despanojado) y perteneciente a la j-ésima repetición.

m: Promedio de las unidades experimentales.

t_i= Efecto del i-ésimo tratamiento (efectos de despanojado).

e_{ij} = Error experimental.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se evaluó a través del ANVA y las pruebas de contraste de Duncan para los promedios de los tratamientos. Se utilizaron además la técnica de la regresión del porcentaje de emasculación relacionado a las variables de rendimiento.

2.8. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

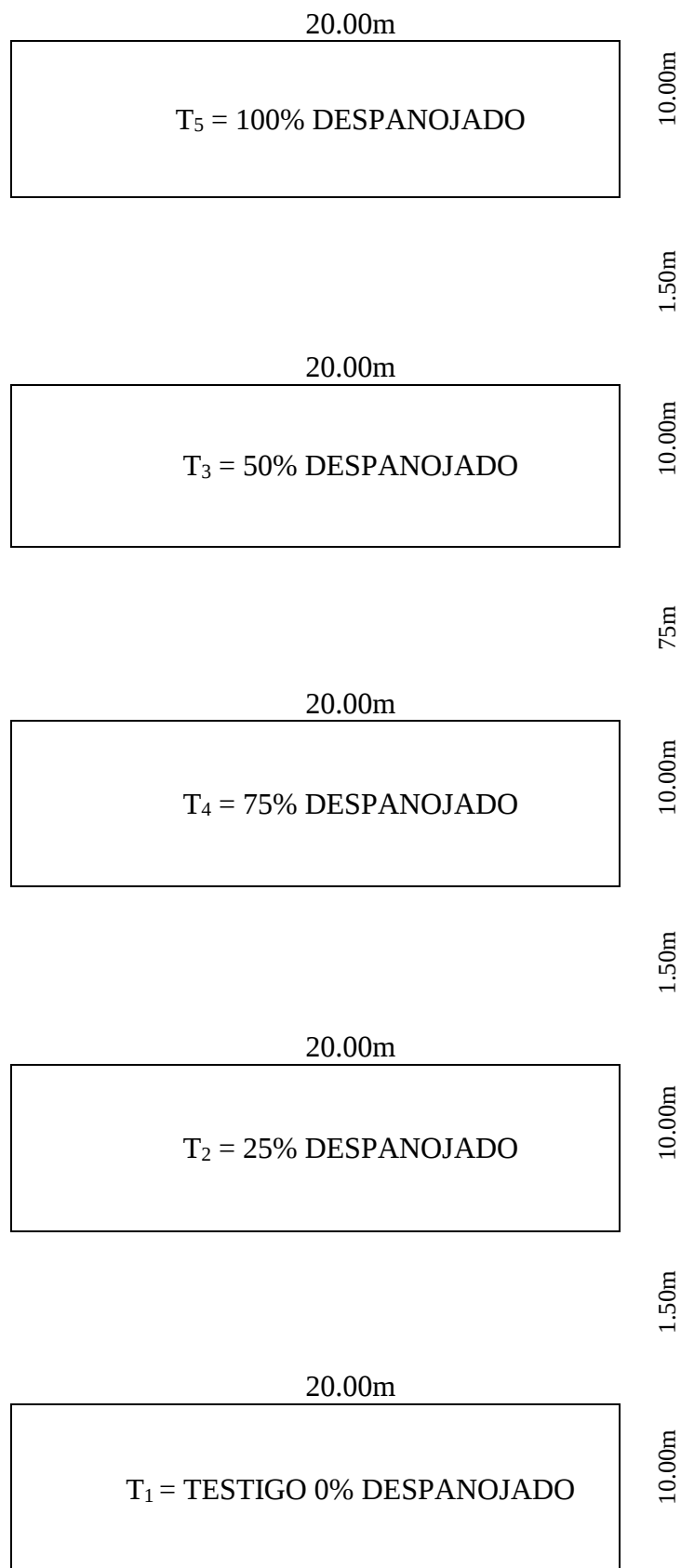
Las características del campo experimental son:

➤ De los tratamientos y/o parcelas:

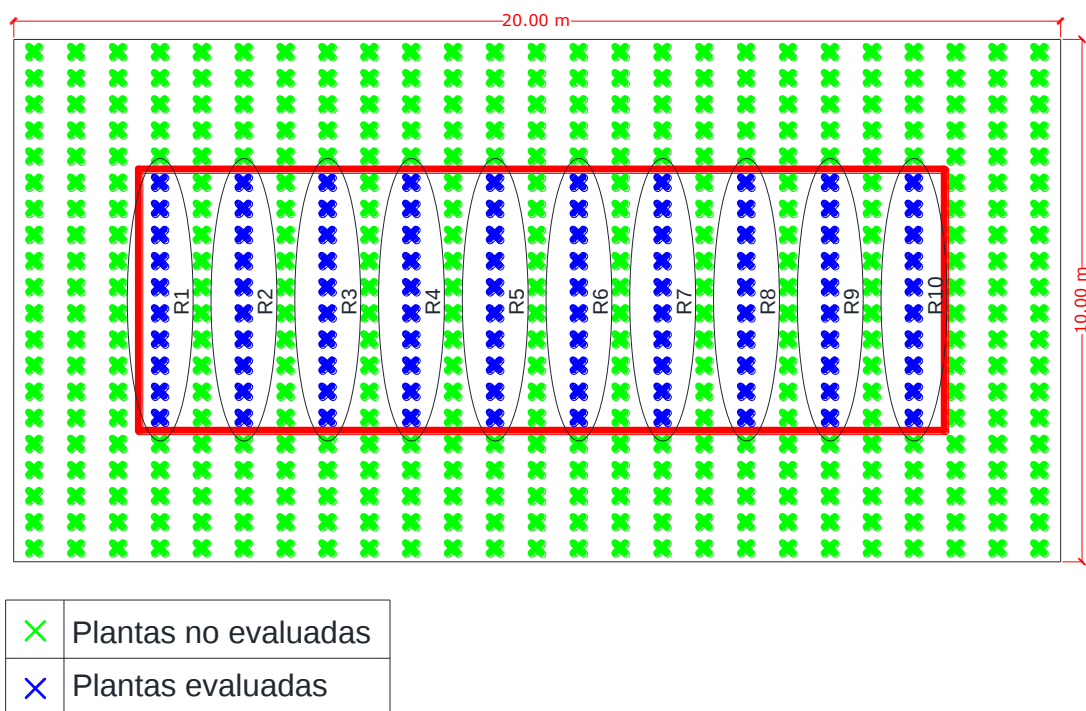
❖ Largo de la parcela experimental	: 20 m
❖ Ancho de la parcela experimental	: 10 m
❖ Distancia entre surcos	: 0.80 m
❖ Distancia entre golpes	: 0.50 m
❖ Número de surcos	: 25
❖ Área de la parcela experimental	: 200 m ²
❖ Distancia de calles	: 1.5 m
❖ Número de calles	: 05
❖ Área total de la parcela experimental	: 230 m ²
❖ Área neta del experimento	: 1000 m ²
❖ Área total del experimento	: 1150 m ²
❖ Número de plantas/golpe	: 2.00 und.
❖ Número de plantas totales/tratamiento	: 1,000 und.
❖ Número de plantas totales del experimento:	5,000 und.
❖ Numero de golpes evaluados/tratamiento	: 100 und.
❖ Número total de golpes evaluados	: 500 und.

➤ Instalación de la parcela:

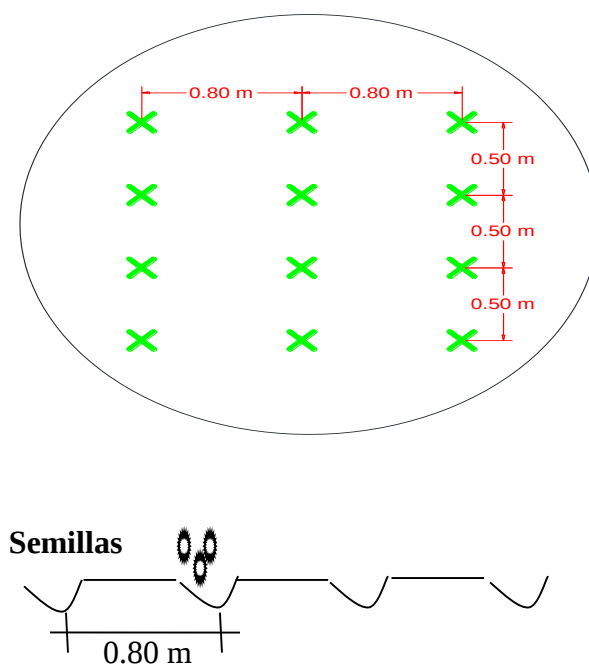
Cada una de las parcelas se van instalar en fechas distintas, intervalo de tiempo 18 días entre parcelas, esto con la finalidad de poder controlar la emergencia de las panojas y la influencia del viento entre tratamientos (figura 2.3).

2.9. CROQUIS DE LOS TRATAMIENTO/% DE EMASCULACION

2.10. CROQUIS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL



2.11. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



2.12. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

a. Preparación del terreno

Se realizó con una pasada de arado de discos y una de rastra en forma cruzada, posteriormente se realizó el mullido y desterronado del suelo con ayuda de rastrillos y picos. Esta labor se realizó del 10 al 15 de noviembre del 2011.

b. Surcado y demarcación del terreno

El surcado se realizó utilizando tractor agrícola a un distanciamiento de 0.80m entre surcos, calles 1.50m y a una profundidad de 0.20 a 0.25m de acuerdo a los cinco tratamientos establecidos, luego se precedió a delimitar parcelas y calles, bordes de cabecera y laterales respectivamente, así como los canales de riego utilizando wincha, yeso, cordel, pequeños carteles de identificación de los tratamientos según los porcentajes de despanojado efectuada en cada una de los tratamientos. Esta operación se efectuó el 16 de Noviembre del 2011.

c. Desinfección de la semilla

La semilla estaba almacenada debidamente desinfectada con vitavax (carboxin + captan) a una dosis de 20 gr./kg. Además 4 Kg/tn y Kevin a razón de 1,5 kg/tn; con la finalidad de prevenir el ataque de enfermedades fungosas y polilla (coleóptero). Se usó bolsa plástica para la mezcla de la semilla con fungicida e insecticida, luego se removi6 hasta que la superficie de la misma quede impregnada con el producto químico. La semilla fue proporcionada por la Estación Experimental Canaán de la UNSCH.

d. Abonamiento

Los fertilizantes utilizados fueron Urea (45% N), Fosfato Di amónico (46% P_2O_5 y 18% N) y Cloruro de potasio (60% K_2O). El abonamiento se realizó en el momento de la siembra, aplicándose la mitad del nitr6geno, todo el f6sforo, y todo el potasio; empleando la fórmula de abonamiento calculado de acuerdo al análisis químico del suelo y extracción del cultivo. La fórmula de abonamiento fue de 120-80-60 de NPK. Que corresponde a 193 kg. ha^{-1} de Urea (46 % N), 174 kg. ha^{-1} de Fosfato Di amónico (18 % N y 46 P_2O_5), y 130 kg. ha^{-1} de Cloruro de Potasio (60 % K_2O).

e. Siembra

La siembra se realizó después del surcado (0.80m) y aplicación de riego de “enseño” y abonamiento a chorro continuo a un distanciamiento de 0.50m entre golpes; utilizando 3 semillas por golpe, previamente tratadas, después de la germinación de las plántulas se dejaron 2 plantas por golpe, las más vigorosas. La densidad de siembra es igual para todos los tratamientos del experimento, las semillas fueron depositadas en el fondo del surco. La siembra se realizó en cinco momentos distintos, tomando el intervalo de tiempo de 18 días, sembrando el tratamiento testigo de (0%) de despanojado el 18 de noviembre del 2011 y finalizando el quinto tratamiento de 100% de emasculación el 31 de diciembre del 2011 (figura 2.3).

f. Riego

Los riegos fueron suministrados de acuerdo a las necesidades del cultivo durante el ciclo vegetativo, se aplicó un riego de “enseño” dos días antes de la siembra, el primer riego se efectuó a los siete días después de la siembra, el segundo riego a los 15 dds. A partir de estos riegos en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo donde las intensidades de las precipitaciones han sido altas y por ende no se realizó hasta el mes de abril, mayo y junio donde se procedió con el riego, desde la quincena de abril hasta la cosecha con una frecuencia de cada 15 días; al T₁ se regó solamente dos riegos, al T₂ tres riegos, al T₃ tres veces, al T₄ y al T₅ cuatro riegos.

g. Deshierbo

Esta operación se efectuó según los tratamientos en estudio, de tal manera hubo un deshierbo continuo que consistió en la práctica, ejecutar 4 deshierbos: a la 3ra semana, 6ta semana, 9na semana y la 12 ava semana. También se procedieron a deshierbar según el tratamiento como corresponde en fechas distintas, según los intervalos de tiempo en consideración como se efectuó los porcentajes de despanojado. Dicha labor se ha efectuado en forma manual con la ayuda del azadón; la 3ra semana se realizó el primer aporque, en cuya labor se procedió conjuntamente el deshierbo correspondiente en cada una de los tratamientos según corresponda la fecha indicada; en la 6ta semana se efectuó el tercer deshierbo conjuntamente con el segundo aporque; el cuarto deshierbo se procedió para el procedimiento del despanojado o la eliminación de las panojas de cada uno de los tratamientos a excepción del primero (testigo 0% de

emasculación), los mismos que se desarrollaron manualmente, cuyo labor que se realizó para evitar las competencias por los nutrientes, principalmente en el periodo de crecimiento, sin embargo se realizó un constante deshierbo de las calles y cabeceras de las parcelas.

h. Desahije

Esta operación se efectuó según los tratamientos en estudio, de tal manera a los 25 días después de la siembra en todos los tratamientos (T_1 , T_2 , T_3 , T_4 y T_5), dejando dos plantas por golpe, cuando el maíz tenía una altura promedio de 20cm, alcanzando de este modo una densidad de 1,000 plantas en 200m², en cada uno de los tratamientos con los diferentes porcentajes de despanojado, alcanzando de este modo una densidad de 50,000 plantas por hectárea.

i. Control Fitosanitario

Durante todo el ciclo vegetativo del cultivo se observó, principalmente, la presencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda*), hasta la aparición de las inflorescencias, el cual fue controlado con la aplicación manual de Dipterex granulado en una dosis de 8 kg/ha, y el mazorquero (*Heliothis zea*), previéndose el ataque de esta última con la aplicación de insecticida agrícola Ciperklin “Cipermetrina” hasta en dos oportunidades en cada uno de los tratamientos; la primera se efectuó después de despanojado (2 días después) y el otro 20 días después, para evitar los ataques en el cuajado de los granos y por ende el desarrollo adecuado de la tusa; en una dosis de 1 lt.ha⁻¹. Además, se tuvo la presencia de otros insectos o plagas de menor importancia como: lorito (*Diabrotica* de color verde) y pulga saltadora (*Epitrix sp.*), pero que no realizaron daños de importancia económica.

j. Aporque

Esta labor se realizó a los 45 días después de la siembra en cada uno de los tratamientos (T_1 , T_2 , T_3 , T_4 y T_5), estas fechas fueron controlados rigurosamente, bajo el indicador del testigo (T_1), donde el primer aporque se realizó a los 21 días después de la siembra, utilizando para ello azadones, con esta labor se le dio mayor estabilidad a las plantas, para evitar el tumbado por el viento y dar mejor anclaje a las raíces

adventicias. En esta labor se aprovechó para aplicar la segunda dosis de nitrógeno, utilizando la Urea.

k. Aparición de la panoja

La aparición de la panoja o las inflorescencias masculinas, se evaluó días antes de poder realizar el despanojado en los diferentes tratamientos (T₂, T₃, T₄ y T₅), donde el T₁ no tiene repercusión alguna se comporta como testigo, por ende, la aparición de las panojas al 50% obedece al cuadro siguiente: (Tabla 2.5).

Cuya operación tiene repercusión en los resultados, debido a que los tratamientos T₂ y T₃ muestran precocidad en la emergencia de las panojas.

l. Despanojado

Esta es una de las etapas de mayor importancia en la conducción del experimento, puesto que los efectos de despanojado repercutieron y proporcionaron los resultados según los tratamientos y por ende los datos sobre las cuales se realizaron los análisis estadísticos correspondientes. Esta labor del despanojado de las inflorescencias, se efectuó bajo cuidados rigurosos, previa una evaluación de la aparición del 50% de las inflorescencias, en todos los tratamientos a excepción del testigo (T₁ 0% de despanojado), con la ayuda de una tijera o en forma manual ya que al tomar de las inflorescencias y con una presión de fuerza se extrae muy rápidamente, por ende, se procedió con los despanojados, (Tabla 2.5).

Cada uno de los tratamientos con el mismo intervalo de tiempo de los 18 días, con algunas variaciones en días hasta el cumplimiento de los porcentajes de evaluación. Cuya operación tuvo repercusión en los resultados debido a que el tratamiento (T₄ 50% de despanojado), tuvo resultados precoces en la emergencia de las inflorescencias masculinas. En la evaluación del T₄ (75%D) y T₅ (100%D) se tuvo que esperar unos días más hasta la complementación de los mismos porcentajes de despanojado para el procedimiento de la eliminación de las panojas, donde el T₂ (25%E) se realizó a los 50% de aparición de las panojas, porque su porcentaje de despanojado correspondió al 25%.

Tabla 2.4 Días después de la siembra (dds). Cuando el 50% de plantas emergen; panojamiento, aparición del pistilo, madurez fisiológica, y madurez de cosecha.

Tratam.	Código	Despanojado	Emergencia	Aparc. panoja	Apar. de pistilo	M. F.	M. C.
T ₁	0% de desp.		14	72	79	125	150
T ₂	25% de desp.	73	13	71	78	123	148
T ₃	50% de desp.	70	13	68	75	120	140
T ₄	75% de desp.	80	13	74	81	122	145
T ₅	100% de desp.	80	13	73	80	120	141

m. Aparición del pistilo

La aparición del pistilo o las inflorescencias femeninas, se evaluó días antes de poder realizar el despanojado y otro al 50% de aparición después de la eliminación de la panoja, ya que demora unos días con respecto a las panojas en los diferentes tratamientos (T₁, T₂, T₃, T₄ y T₅), por ello las apariciones de los pistilos corresponde, (Tabla 2.5).

Excepción del T₅ que se esperó la aparición del 100% de las inflorescencias masculinas y por ende el mismo día se evaluó la aparición de los pistilos, pero a nivel que aparecían se realizó los efectos de despanojado, porque repercutiría en la recepción de los granos de polen (Tabla 2.5).

n. Madurez fisiológica

Esta operación se efectuó según los tratamientos en estudio, de tal manera a los 125 días después de la siembra muestra la madurez fisiológica el tratamiento testigo, mientras (T₂, T₃, T₄ y T₅) 123, 120, 122 y 120 respectivamente, donde el T₃ y T₅

muestran precocidad concerniente a la madurez fisiológica, pero con las mínimas diferencias de 5, 3 y 2 días entre T₁ (testigo), T₂ y T₄ respectivamente; en cuya etapa fenológica las plantas muestran una coloración pajizo. (Tabla 2.5).

o. Cosecha

Esta es una de las etapas de mayor importancia en la conducción del experimento, puesto que es la culminación del proyecto y que proporcionaron los datos sobre las cuales realizaron los análisis estadísticos que permitieron extraer las evaluaciones y las conclusiones finales. Se realizó la cosecha correspondiente después de la madurez fisiológica en cada uno de los tratamientos (T₁, T₂, T₃, T₄ y T₅), a los 150, 148, 140, 145 y 141 días respectivamente. Donde muestran precocidad el T₃ y T₅, con el resto de los tratamientos, pero no es de significación. (Tabla 2.5).

2.13. VARIABLES EVALUADAS

Para la evaluación se consideró los diez surcos centrales y en forma intercalada (uno tras el otro), dejando en ambos extremos de la parcela experimental tres surcos y además 5 golpes en ambos exteriores del surco. En todas las parcelas experimentales y para todas las variables.

2.13.1. Características de precocidad

Se evaluó teniendo en cuenta el número de días a partir de la siembra hasta que más del 50% de las plantas de la unidad experimental se encuentre en un determinado estado fisiológico. Para medir la variación se utilizó el rango por ser esta un valor que mida un inicio y fin de un estado fenológico de la planta:

a) Días a la emergencia

Para la determinación de días a la emergencia, se ha realizado los mismos criterios de evaluación, donde se identificaron los diez surcos centrales y en forma intercalada (uno tras el otro), dejando en ambos extremos de la parcela experimental tres surcos y además 5 golpes en ambos exteriores del surco y en ellas se registró el número de días transcurridos desde la siembra (dds), hasta que más del 50% de las plantas presentaron la emergencia. Donde el T₁ (testigo 0% de despanojado), emergieron a los 14 días,

mientras los restos de los tratamientos como (T₂ 25%, T₃ 50%, T₄ 75% y T₅ 100% de despanojado) a los 13 días. (Tabla 2.5).

b) Días a la floración masculina

Para la determinación de días a floración masculina o la aparición de las panojas, se ha realizado los mismos criterios de evaluación, que el anterior, hasta que más del 50% de las plantas presentaron la inflorescencia masculina o las panojas. Esta es una de las etapas de mayor importancia en la conducción del experimento, puesto que los efectos de emasculación repercutieron y proporcionaron los resultados según los tratamientos y por ende los datos sobre las cuales se realizaron los análisis estadísticos correspondientes. Donde el T₁ (testigo 0% de despanojado), aparecieron a los 72 días, mientras los restos de los tratamientos como; T₂ a los 71 (dds) el 03 de febrero del 2012, T₃ a los 68 (dds) el 10 de marzo del 2012, T₄ a los 74 (dds) el 17 de marzo del 2012 y T₅ a los 73 (dds) el 23 de marzo del 2012, cuya operación tiene repercusión en los resultados, debido a que el tratamientos T₂ y T₃ muestran precocidad en la emergencia o en la floración masculina o aparición de las panojas (Tabla 2.5).

c) Días a la floración femenina

Para la determinación de días a floración femenina o a la aparición del pistilo, se ha realizado los mismos criterios de evaluación, hasta que más del 50% de las plantas presentaron la inflorescencia femenina, puesto que los efectos de control de la polinización proporcionaron los resultados según los tratamientos y por ende los datos sobre las cuales se realizaron los análisis estadísticos correspondientes. Donde el T₁ (testigo 0% de despanojado), aparecieron a los 79 días (dds), T₂ a los 78 (dds) el 10 de febrero del 2012, T₃ a los 75 (dds) el 17 de marzo del 2012, T₄ a los 81 (dds) el 24 de marzo del 2012 y T₅ a los 80 (dds) el 30 de marzo del 2012. Los cuales se efectuó días después del despanojado en la mayoría de los tratamientos a excepción del T₅ que se esperó la aparición del 100% de las inflorescencias masculinas y por ende el mismo día se evaluó la aparición de los pistilos, pero a nivel que aparecían se realizó los efectos de despanojado, porque repercutiría en la recepción de los granos de polen y la fecundación correspondiente. Cuya operación tiene repercusión en los resultados, debido a que el tratamiento T₃ muestra precocidad en la emergencia de la floración femenina o aparición de pistilos. (Tabla 2.5).

d) Días a la madurez fisiológica

Para la determinación de días a la madurez fisiológica, se ha realizado los mismos criterios de evaluación, hasta que las brácteas (mazorcas) del más del 50% de las plantas se tornaron a un color pajizo, además cuando las semillas hayan cerrado el ingreso de agua y cicatrizado con una coloración negra en la base de la semilla y con una humedad al 25 – 30%. Donde el T₁ (testigo 0% de despanojado), se evaluaron a los 125 días, mientras los restos de los tratamientos como (T₂ 25%, T₃ 50%, T₄ 75% y T₅ 100% de despanojado) a los 123, 120, 122 y 120 días respectivamente, donde el T₃ y T₅ muestran precocidad concerniente a la madurez fisiológica, pero con las mínimas diferencias de 5, 3 y 2 días entre T₁ (testigo), T₂ y T₄ respectivamente. (Tabla 2.5).

e) Días a la madurez de cosecha

Para la determinación de días a la madurez de cosecha, se ha realizado los mismos criterios de evaluación, siendo una etapa de mayor importancia en la conducción del experimento, puesto que es la culminación del proyecto y que proporcionaron los datos sobre las cuales realizaron los análisis estadísticos que permitieron extraer las evaluaciones y las conclusiones finales. Se realizó la cosecha correspondiente después de la madures fisiológica en cada uno de los tratamientos (T₁, T₂, T₃, T₄ y T₅), a los 150, 148, 140, 145 y 141 días respectivamente. Donde muestran precocidad el T₃ y T₅, con el resto de los tratamientos, pero no es de significación. (Tabla 2.5).

2.13.2. Características de productividad o rendimiento

Para evaluar estadísticamente las variables establecidas, se tomaron en cuenta el total de plantas de los dos surcos centrales de cada unidad experimental.

Los resultados se muestran como medidas dentro de la estadística descriptiva de las variables estudiadas, esto debido a que la mazorca proviene de una planta que no es la unidad experimental, sino es parte de la parcela experimental. Las medidas descriptivas si se ajustan para su análisis en forma adecuada y mayor exactitud.

En la tabla 09 muestra las medidas descriptivas de las características de rendimiento y productividad, donde existe una tendencia de incremento cuando se utilizan los diferentes tratamientos frente al testigo sin emasculación de la panoja. La eliminación

al 100% de las panojas en un cultivo es un proceso muy perjudicial que afecta el peso de la tusa, peso del grano, número de hileras y el número de granos por mazorca.

2.13.3. Características de calidad de tusa

A. caracteres de la calidad de la tusa:

A.1. peso de la tusa

Este carácter se determinó tomando en cuenta el peso o rendimiento potencial de tusa o coronta, para ello se ha considerado los pesos obtenidos de las tusas o corontas desgranadas y pesadas en una balanza analítica, de las 10 muestras en cada tratamiento, para luego promediarlas y multiplicar con la densidad de plantas conducidas en el presente experimento según los tratamientos y finalmente ser expresadas en toneladas por hectárea.

A.2. Color de la tusa

Para la determinación del color de la tusa o la coloración que se tornan las corontas, que es el objetivo del presente experimento, por lo cual se desarrolló las evaluaciones visuales, donde los tratamientos mostraron uniformidad de coloración purpura intenso, es mas sobre todo los tratamientos como T₄ y T₅, donde resulto ser de mejor calidad mediante esta evaluación visual.

A.3. Longitud de la tusa

Este carácter se expresó en centímetros, con la ayuda de una regla graduada o de un flexómetro, tomando la longitud existente entre la base y el ápice de la tusa (10 repeticiones de cada tratamiento), las muestras se tomaron de los diez surcos centrales y en forma intercalada (uno tras el otro), dejando en ambos extremos de la parcela experimental tres surcos y además 5 golpes en amos exteriores del surco; para todo los tratamientos, para luego promediarlas.

A.4. Diámetro de la tusa

Se evaluó con la ayuda de una regla graduada midiéndose en centímetros la parte perpendicular a su longitud con el parámetro anterior para la evaluación de toda la muestra y las cantidades para luego promediarlas.

B. Grado y/o índice de tinción

Se evaluó la intensidad del color de la tusa, siendo de 4 a 5 la escala permisible que se obtiene a partir de la siguiente formula, para ello se ha tomado 5 muestras por siete repeticiones en cada uno de los tratamientos:

$$I = (N1 \times 5 + N2 \times 4 + N3 \times 3 + N4 \times 0) / (N1 + N2 + N3 + N4)$$

Donde:

N1= Numero de tusas de color morado oscuro.

N2= Numero de tusas de color morado.

N3= Numero de tusa de color morado claro.

N4= Numero de tusas de color blanco.

Tabla 2.5: Índice y/o grado de tinción de 0% al 100% de despanojado; con las siete repeticiones de cada tratamiento.

Nº	0%D	25%D	50%D	75%D	100%D
1	4.79	4.87	4.9	4.98	4.95
2	4.76	4.79	4.89	4.99	4.94
3	4.77	4.85	4.88	4.95	4.93
4	4.73	4.8	4.9	4.98	4.92
5	4.75	4.81	4.91	4.97	4.95
6	4.79	4.86	4.89	4.99	4.96
7	4.77	4.85	4.87	4.96	4.95
Prom.	4.77	4.83	4.89	4.97	4.94

2.13.4. Caracteres del número de prolificidad

a) Numero de mazorcas por planta (promedio)

Este carácter se expresó en número de mazorcas por planta, para la evaluación se consideró las diez muestras (10 repeticiones de cada tratamiento), las muestras se tomaron de los diez surcos centrales y en forma intercalada (uno tras el otro), dejando en ambos extremos de la parcela experimental tres surcos y además 5 golpes en amos

exteriores del surco; para todos los tratamientos, para luego promediarlas y expresarlas en cantidades por tratamiento y finalmente por una hectárea. (Tabla 2.7).

Tabla 2.6: Evaluación de la prolificidad de los tratamientos por muestra, con 10 repeticiones.

Nº	0% EMASC.			25% EMASC.			50% EMASC.			75% EMASC.			100% EMASC.		
	PESO HUMEDO	PESO SECO	Nº DE MAZORCAS	PESO HUMEDO	PESO SECO	Nº DE MAZORCAS	PESO HUMEDO	PESO SECO	Nº DE MAZORCAS	PESO HUMEDO	PESO SECO	Nº DE MAZORCAS	PESO HUMEDO	PESO SECO	Nº DE MAZORCAS
1	5,600	3,425	28	4,565	2,600	27	4,795	2,580	33	5,645	2,855	30	4,565	2,610	30
2	6,450	3,500	29	5,000	2,875	30	5,565	3,425	31	5,735	3,645	31	5,000	2,875	35
3	7,150	3,800	35	5,150	2,900	29	5,455	3,335	35	5,740	2,985	33	5,155	2,900	35
4	6,700	3,550	30	5,550	3,050	29	4,615	2,655	28	6,695	3,565	35	5,550	3,050	36
5	6,650	3,500	29	6,250	3,755	34	5,677	3,055	28	5,985	3,450	32	6,250	3,750	37
6	6,150	3,300	34	5,565	3,115	27	4,695	2,815	32	5,200	2,900	30	5,500	3,000	33
7	5,565	3,200	29	5,725	3,325	30	4,535	2,550	28	5,755	2,950	31	5,700	3,300	37
8	7,300	3,600	32	5,476	3,250	32	4,895	3,215	29	6,655	3,320	34	5,400	2,850	38
9	6,550	3,650	30	6,105	3,455	31	5,325	2,855	30	5,050	2,915	31	6,000	3,400	40
10	6,560	3,600	35	6,285	3,510	32	5,559	3,540	30	5,450	2,995	32	6,200	3,450	41
X	6,468	3,513	31	5,567	3,184	30	5,112	3,003	30	5,791	3,158	32	5,532	3,119	36
Σ	64,675	35,125	311	55,671	31,835	301	51,116	30,025	304	57,910	31,580	319	55,320	31,185	362

b) Numero de planta por hectárea

Este parámetro se evaluó teniendo en cuenta el factor en estudio y la densidad de siembra, en los tratamientos y luego expresados por hectárea. (50,000 plantas/ha (0.50 x 0.80) y a 2 plantas/golpe).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD EN DIFERENTES TRATAMIENTOS DEL MAIZ MORADO NEGRO CANAAN

En las variables de precocidad se han evaluado algunos estados fonológicos del cultivo, no se ha efectuado el análisis de variancia por cuanto se hace más interesante proporcionando el rango como una medida estadística descriptiva de los estadios de crecimiento y desarrollo, esto también porque las evaluaciones de un determinado estado no se dan en una fecha fija sino esta característica se da en forma escalonada y la diferencia dentro de cada tratamiento es mínima.

La emergencia ocurrió entre los 10 a 12 días. La temperatura ambiental para esta fecha fue de 20 a 25 °C, a estas condiciones se unieron la aeración y la humedad del suelo. Se estima que la germinación es óptima cuando el estado de saturación del suelo en agua está comprendido entre un 60 y 80% de su capacidad de campo (Guerrero, 1987).

Tabla 3.1: Estados fenológicos de la precocidad en número de días después de siembra (dds) en los tratamientos de despanojado de maíz morado. Canaán 2750 msnm

Tratamiento	Floración Masculina	Floración Femenina	Madurez Fisiológica 35% HM	Madurez de cosecha 20 % H
Sin despanojado (0%)	72	79	125	150
Despanojado al 25 %	71	78	123	148
Despanojado al 50 %	68	75	120	140
Despanojado al 75 %	74	81	122	145
Despanojado al 100 %	73	80	120	141

En la tabla 3.1 muestra los principales estados fenológicos del maíz morado, la floración masculina en forma general es la que inicia desde los 68 días después de la siembra notándose que el efecto del tratamiento es mínimo para este estado. La floración femenina se inicia su desarrollo desde los 75 dds y completando este estado a los 80 dds. La madurez fisiológica se inició a los 120 dds, este estado se completa a los 150 días. En esta fecha se efectuado el corte de la planta para un ligero secado para después de los 5 días iniciar el despancado, el material cosechado se llevó al secadero tipo invernadero de Canaán.

Huamán (2001) señala que el maíz morado, en monocultivo, la emergencia se da a los 8 días, la floración masculina se produce entre los 79 a 75 días, la madurez fisiológica a los 159 días y la madurez de cosecha se registró a los 178.5 días. Por tanto, el rango de los valores obtenidos en el presente trabajo de investigación es semejante, lo cual no presenta mayor diferencia.

Mondalgo (2004) Señala que el maíz morado la floración masculina se produjo de los 78 a 78.8 días, la floración femenina a los 87.5 días, la madurez fisiológica de 156 a 163 días y la madurez de cosecha de los 178 días, estos resultados no presentan mayor diferencia y se asemeja a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación.

Enciso (2004) menciona que el maíz morado, en asociación con el frijol son un tanto precoces, mientras que, en monocultivo, reporto la emergencia a los 13.67 días, la floración masculina a los 72.83, la madurez fisiológica a los 162.67 días y a la madurez de cosecha 170 días. Hay cierta diferencia con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, probablemente se deba al sistema de conducción del trabajo (monocultivo y asociado).

Roca (1992) señala que para el maíz morado (ecotipo procedente de la localidad de Huanta) la madurez de cosecha fue a los 177.3 días; por otro lado, Quintana (1 991) citado por Roca (1 992) menciona haber obtenido la madurez de cosecha en 6 entradas de maíz morado en Canaán entre 169.03 y 181 días, después de la siembra.

Los resultados mencionados coinciden con los obtenidos en el presente trabajo experimental

3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.2.1. Altura de planta y número de hojas

Tabla 3.2: Cuadrados medios del análisis de variancia de la altura de planta y número de hojas. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	G.L.	Cuadrado Medio	
		Altura planta	Número de hojas
Tratamiento	4	0.0125 ns	0.83 ns
Error	45	0.066	1.19
Total	49		
C.V. (%)		2.99	7.82
Promedio		2.74	13.94

En la tabla 3.2 del ANVA muestra, que no existe diferencia estadística en las variables en estudio, este resultado indica semejanza en los valores obtenidos de la altura de planta y el número de hojas no existe respuesta de los tratamientos en las variables estudiadas. Los coeficientes de variación muestran buena precisión del experimento. Los promedios alcanzados fueron 2.74 m de altura de planta y de 14 hojas por planta de la variedad de maíz morado Negro Canaán.

Los promedios obtenidos en este trabajo de investigación se encuentra ligeramente superior a los rangos obtenidos por:

Pinto (2002), quien señala haber obtenido para el maíz morado Negro Canaán un promedio de 2.27m.

Por otro lado, Velásquez citado por Alca (2001) en su trabajo de selección masal en maíz morado menciona haber logrado 1.93 a 2.73m.

De igual forma Roca (1992) señala haber obtenido para el maíz morado ecotipo procedente de la localidad de Huanta, un promedio de 2.28 m de altura.

Mondalgo (2004), reporta valores de altura de planta en la variedad Negro Canaán de 2.78 a 2.20 m y un número de hojas para el maíz morado entre 14 a 16 hojas, estos datos coinciden con los obtenidos en el presente experimento.

Los promedios en la cantidad de hojas obtenidos en el presente trabajo de investigación se encuentra ligeramente superior a los citados; por la Estación Experimental Baños del Inca, Sub Estación Experimental de Cajabamba, departamento de Cajamarca (1990) para variedad INIA 601 (INIA negro), obteniendo el número de hojas por planta en promedio de 12 (www.inia.gob.pe). Esta diferencia podría atribuirse a la diferencia varietal y a las diferencias condiciones medios ambientales en las que se condujeron los experimentos.

3.2.2. Longitud de mazorca y tusa; diámetro de mazorca y tusa

Tabla 3.3: Cuadrados medios del análisis de variancia de la longitud de mazorca, longitud de tusa, diámetro de mazorca y diámetro de tusa. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	G.L.	Cuadrado Medio			
		Longitud Mazorca	Longitud Tusa	Diámetro Mazorca	Diámetro Tusa
Tratamiento	4	3.9720 **	5.2185 **	4.0013 **	0.14009 **
Error	45	0.3531	0.2952	0.023	0.02936
Total	49				
C.V. (%)		4.4	4.0	4.7	7.5
Promedio		13.59	13.64	3.24	2.31

En la tabla 3.3, muestra con alta significación estadística la variación de tratamientos, en la longitud de mazorca, longitud de tusa, diámetro de mazorca, y el diámetro de

tusa. Los coeficientes de variación indican buena precisión del experimento, los promedios obtenidos son de 13.59 cm para la longitud de mazorca, 13.64 cm para la longitud de tusa, 3.24 cm para diámetro de mazorca y de 2.31 cm para el diámetro de tusa.

A. Longitud de mazorca

Figura 3.1 muestra la prueba de Tukey, para la longitud de mazorca por el efecto del porcentaje de eliminación de la panoja, donde la mazorca alcanza una mayor longitud, con el 75 % de despanojado alcanzando una longitud de 14.66 cm superando estadísticamente a los demás tratamientos de la eliminación de la panoja.

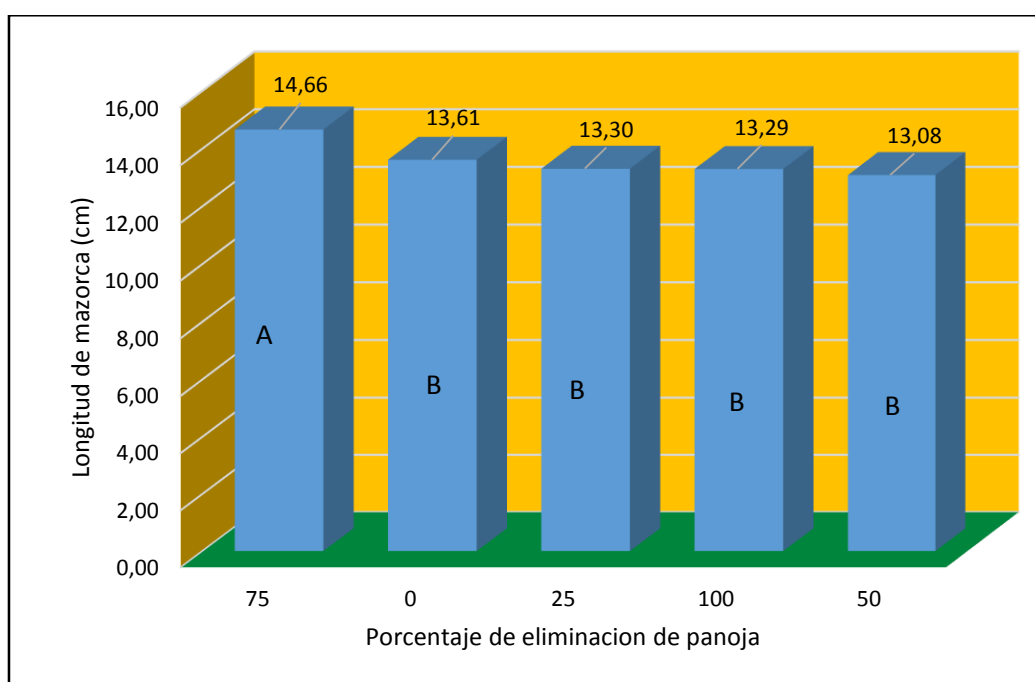


Figura 3.1: Prueba de Tukey (0.05) de la longitud de mazorca por el efecto de los diferentes porcentajes de emasculación de panoja. Canaán 2750 msnm.

Solís (2011) menciona que el maíz morado de la variedad Negro Canaán, presenta una longitud promedio de mazorca de 15.3 cm y 14.9 cm con una fertilización de 200 – 90 – 200 de NPK y 150 – 70 – 150 de NPK. Con una modalidad de siembra de (0.50 m entre golpes y 0.80 m entre surco). Los resultados obtenidos son similares al presente experimento, sobre todo en el testigo sin despanojar.

De La Cruz (2009) menciona que, en la madurez fisiológica y calidad del maíz Morado, obtuvo un rango de 13.90 a 15.05 cm con un promedio de 14.10 cm. Alca (2002) obtuvo un promedio de 14.86 cm. así como Huamán (2001) obtuvo una longitud de mazorca de 11.97 cm. Los datos obtenidos en el presente experimento en forma general, se ubica en los rangos de los datos reportados por los autores antes citados, las pequeñas diferencias probablemente se deben a los factores intrínsecos, carácter genético de la semilla utilizada, la influencia del medio ambiente y sobre todo al objetivo del presente experimento de los efectos de despanojado para la obtención de la concentración de antocianina y calidad de tusa con su índice de tinción óptima.

B. Longitud de tusa

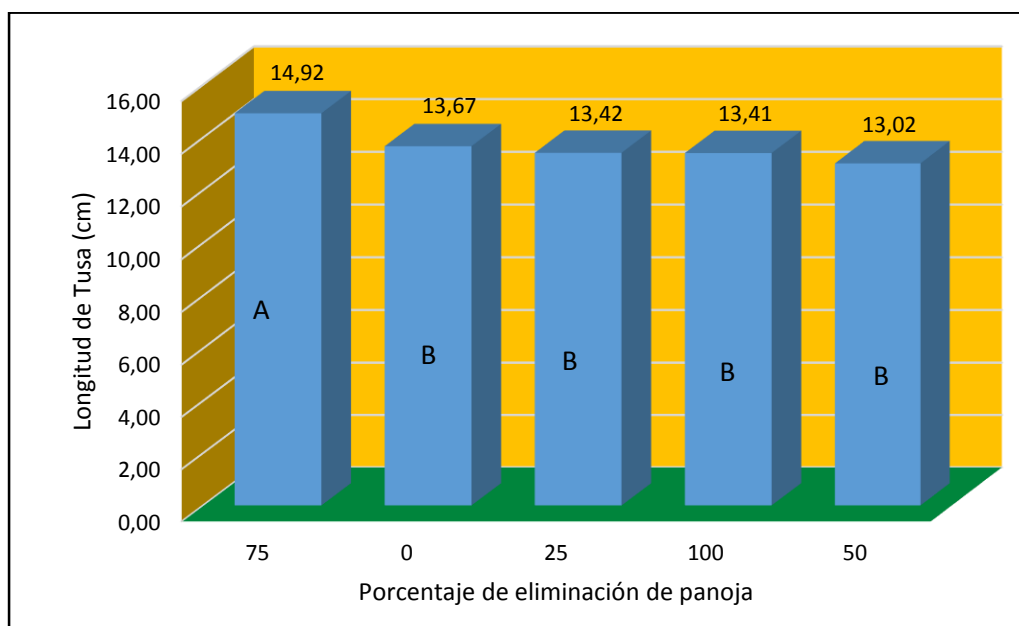


Figura 3.2: Prueba de Tukey (0.05) de la longitud de tusa por el efecto de los diferentes porcentajes de eliminación de panoja. Canaán 2750 msnm.

Figura 3.2 muestra la prueba de Tukey para la longitud de tusa por el efecto del porcentaje de la eliminación de la panoja, donde la tusa alcanza una mayor longitud con el 75 % de despanojado alcanzando una longitud de 14.92 cm superando estadísticamente a los demás tratamientos de despanojado. La proporcionalidad es casi semejante con la longitud de mazorca. La eliminación de la panoja, significa que la planta a mayor porcentaje de despanojado es perjudicial reduciendo su longitud.

C. Diámetro de mazorca

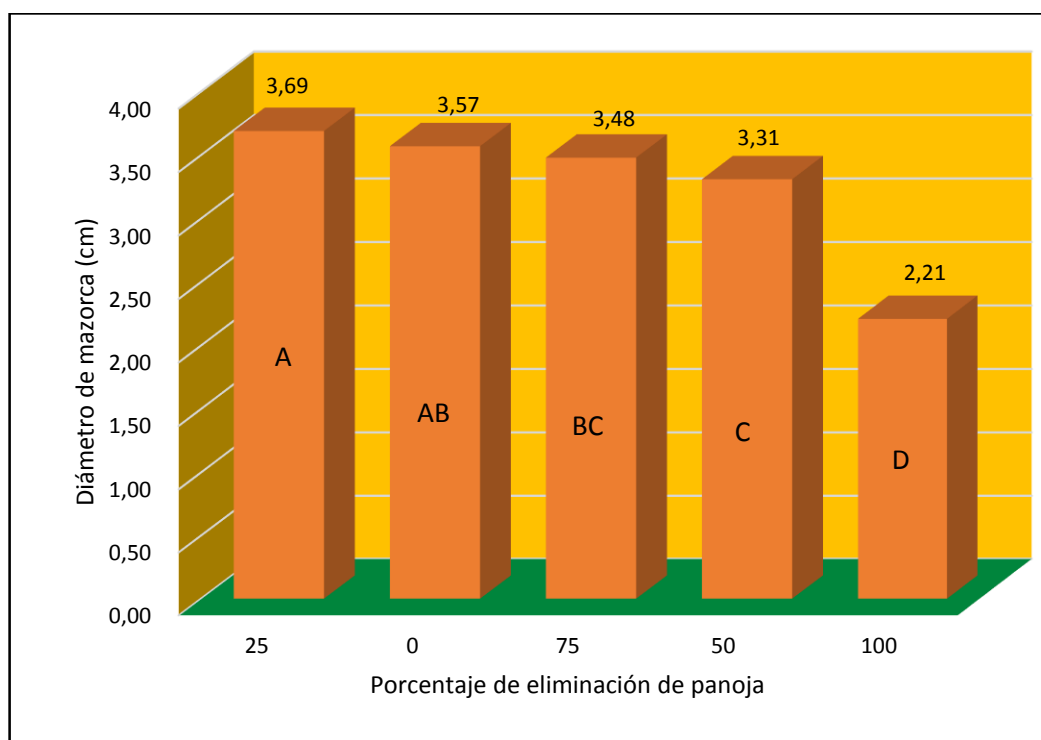


Figura 3.3: Prueba de Tukey (0.05) del diámetro de mazorca por el efecto de los diferentes porcentajes de eliminación de panoja. Canaán 2750 msnm.

El diámetro de mazorca obtiene una mayor respuesta con el menor porcentaje de emasculación, tal como se observa en la figura 3.3. Esta respuesta se debe al desarrollo de la mazorca por efecto de la buena fertilización y formación del grano, a diferencia con el alto porcentaje de despanojado (100%) donde el diámetro de la mazorca alcanza solamente 2.21 cm.

Mondalgo (2004) señala haber obtenido un diámetro promedio de mazorca de 4.1 y 4.1 cm. con una fertilización de 270 – 130 – 120 de NPK a una densidad de siembra (0.35 m entre golpes y 0.75 m entre surcos). Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se asemejan a los resultados obtenidos por el cual se deba a la variedad utilizada, condiciones climáticas.

Pinto (2002), obtuvo para el maíz morado Negro INIA I un promedio de 4.55 cm de diámetro de mazorca.

Huamán (2001) logro en el estudio de la asociación del maíz morado en dos momentos de siembra, valores de 4.4 cm a 4.44 cm.

Mondalgo (2002) obtuvo 5.15 cm y 4.92 cm para el maíz morado en dos densidades de siembra.

De La Cruz (2009) Determinación de la Madurez Fisiológica y Calidad de Maíz Morado, obtuvo un rango de 4.30 a 4.86 cm con un promedio de 4.55 cm.

Huamán (2001), obtuvo un diámetro de mazorca de 4.4 cm. Teniendo en cuenta los resultados por los otros autores, los resultados obtenidos en el presente experimento son ligeramente inferiores y esto se debe a los efectos de emasculación en los diferentes tratamientos, donde las fecundaciones y la fertilización son escasos, (donde el objetivo es la calidad de tusa e índice de tinción) y a la vez a la constitución genética de la variedad y a la mayor prolificidad obtenida en los diferentes tratamientos.

D. Diámetro de tusa

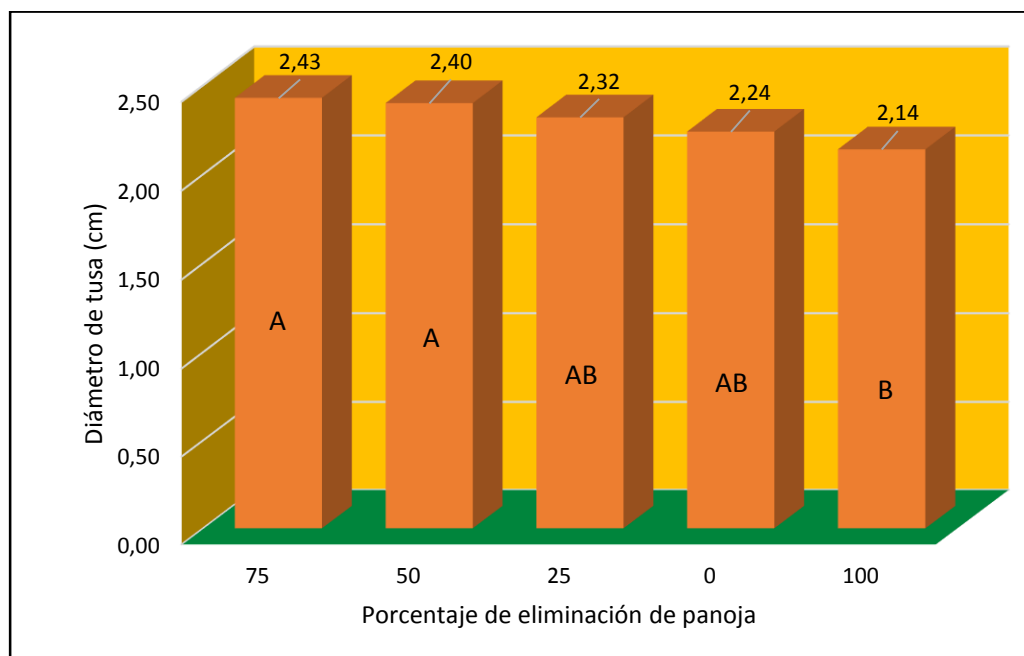


Figura 3.4: Prueba de Tukey (0.05) del diámetro de tusa por el efecto de los diferentes porcentajes de eliminación de panoja. Canaán 2750 msnm.

En la figura 3.4 muestra el diámetro de tusa por el efecto del porcentaje de eliminación de la panoja, donde el 75 % de despanojado es el que tiene un mayor diámetro de tusa, seguidamente del 50 % de despanojado los que alcanzan un 2.43 cm y 2.40 cm respectivamente; al otro extremo está el despanojado al 100 % en donde muestra un menor diámetro de tusa. Los resultados obtenidos indican un detrimento en la fertilización que trae como consecuencia un desarrollo deficiente de la tusa

3.2.3. Peso de grano por mazorca y peso de tusa

Tabla 3.4: Cuadrados medios del análisis de variancia del peso de grano por mazorca y peso de la tusa. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	G.L.	Cuadrado Medio	
		Peso de grano	Peso de tusa
Tratamiento	4	10317 **	59.878 **
Error	45	55	2.453
Total	49		
C.V. (%)		10.4	9.2
Promedio		71.45	17.08

La tabla 3.4 del ANVA muestra alta significación estadística para el peso de grano por mazorca y el peso de la tusa en los diferentes tratamientos, esto indica respuestas diferentes con los tipos de porcentaje de eliminación de panoja. Los coeficientes de variación muestran una buena precisión del experimento, pero existe una fuerte variación con respecto al promedio.

La figura 3.5 muestra la tendencia del peso de la tusa en los diferentes porcentajes de eliminación de la panoja, se observa que cuando se incrementa el porcentaje de eliminación de la panoja se acrecienta también el peso de tusa hasta cuando se aplica el 75 %, después de esta el peso disminuye. Este resultado indica que el 75 % de eliminación de panojas es el adecuado para obtener un mayor peso de tusa, llegando a un valor de 20.78 gr.

Por tanto; el T₄ con 75% de eliminación de panoja muestra el mejor resultado con respecto a los demás tratamientos, donde se muestra los siguientes resultados: T₁ se obtuvo 715 kg/ha⁻¹, T₂ con 790 kg/ha⁻¹, T₃ con 895 kg/ha⁻¹, T₄ con 1,039 kg/ha⁻¹ y T₅ con 828.5 kg/ha⁻¹. Donde la eliminación de panojas en el T₄ es recomendable, seguido por el T₃; el cual muestra mejores resultados del despanojamiento y por ende la obtención de la calidad de tusa con un índice de tinción mayor que los demás.

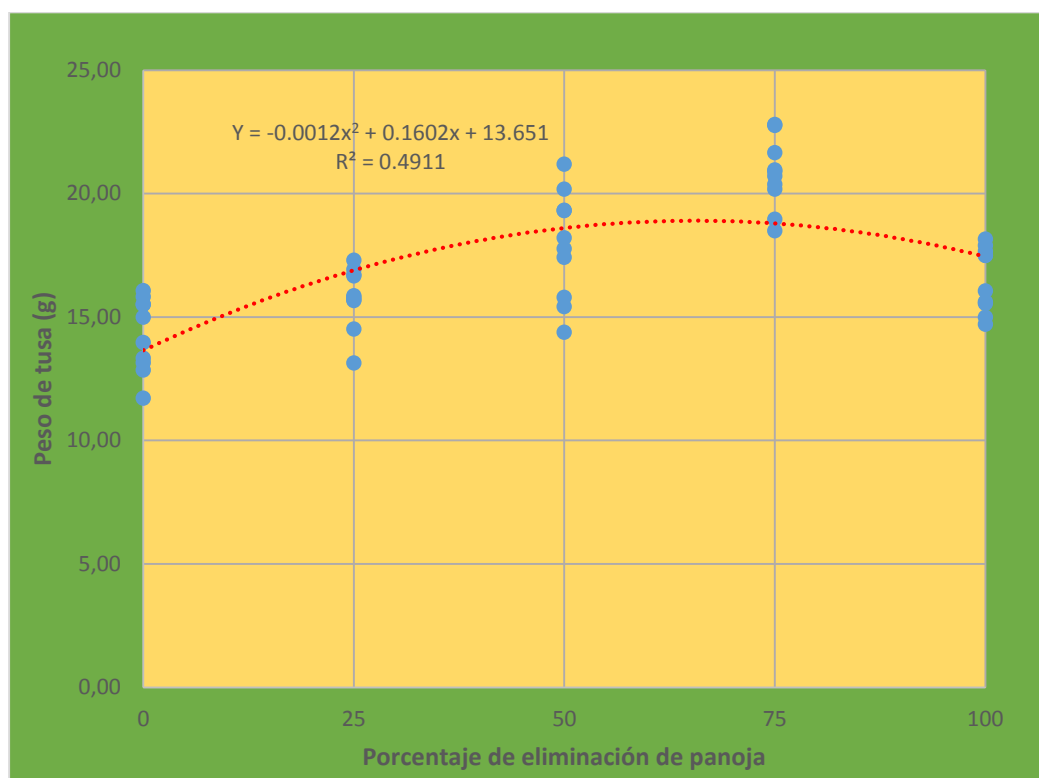


Figura 3.5: Tendencia del peso de tusa en función del porcentaje de eliminación de la panoja. Canaán 2750 msnm.

Manrique (1997) reporta el peso de la tusa del maíz morado se ve afectado por la polinización, al reducirse la polinización también se disminuye la fertilización y la formación de grano. Por tanto, el peso de tusa es menor. Al emasculiar totalmente una parcela de maíz morado solamente se obtuvo mazorcas mal formadas por efecto de la escasa fertilización, toda vez que el fruto del maíz tiene una doble fertilización.

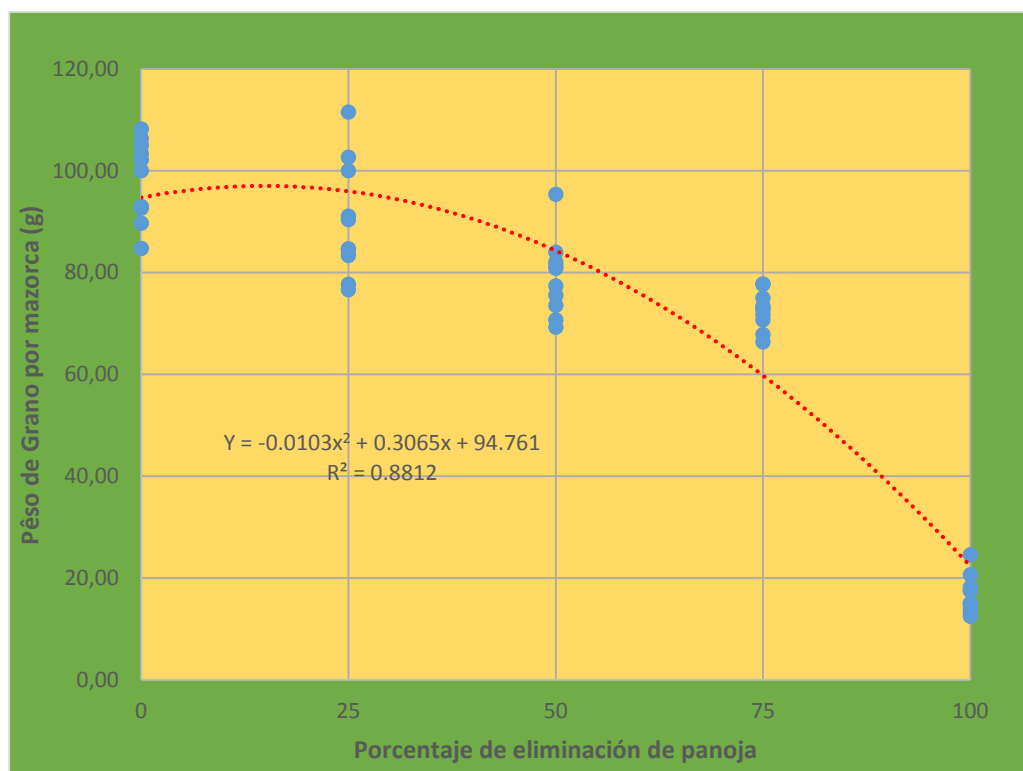


Figura 3.6: Tendencia del peso de grano por mazorca en función del porcentaje de eliminación de la panoja. Canaán 2750 msnm.

En la figura 3.6 muestra la tendencia cuadrática del peso de grano en función de los porcentajes de eliminación de la panoja, se observa una gran disminución del peso de grano a medida que se incrementa el porcentaje de eliminación de la panoja. El 100 % de eliminación de las panojas en el cultivo de maíz Negro Canaán muestra problemas de fertilización llegando a producir tan solo un promedio de 16 gr. por mazorca, en muchas plantas las mazorcas no tienen granos.

Trabajos de interés científico de comparación, menciona que la eliminación de la inflorescencia masculina y frente al testigo sin despanojar, se tiene el mayor rendimiento de grano con el testigo y el menor rendimiento se observó cuando se eliminó las panojas con un rendimiento de 10253.5 y 8287.7kg. respectivamente. (<http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/627>).

Huamán (2007) mencionan la obtención del peso de mazorca fresca y seca un promedio de 220 g y 110 g, con un número de granos/mazorca de 230 con la

aplicación de 3.0 t ha^{-1} de guano de isla. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo experimental sobre todo en el tratamiento sin despanojar de la panoja (testigo)

3.2.4 Porcentaje de tinción

Tabla 3.5: Análisis de variancia del porcentaje de tinción en maíz morado bajo los efectos del porcentaje de eliminación de la panoja. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Tratamiento	4	0.20	0.05	118.49	<0.0001
Error	30	0.01	0.00042		**
Total	34	0.01			

C.V.(%) = 0.42

En la tabla 05 muestra alta significación estadística para la fuente de variación tratamientos, esto indica variación en los efectos del porcentaje de la eliminación de la panoja en el porcentaje de tinción del maíz morado.

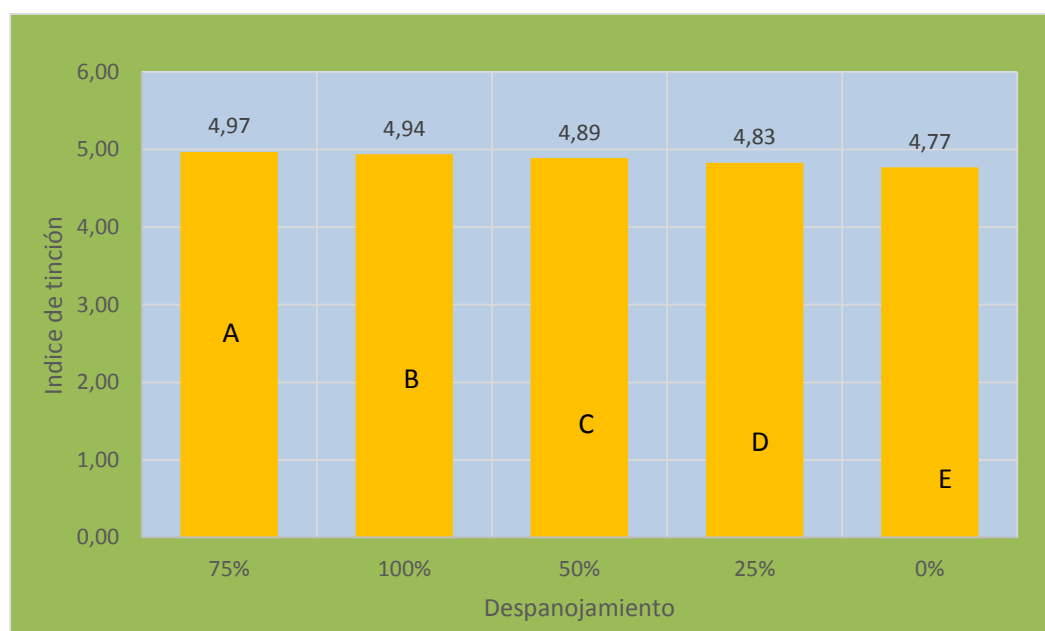


Figura 3.7: Prueba de Tukey (0.05) del Índice de tinción del maíz morado bajo el efecto del despanamiento. Canaán 2750 msnm.

En la figura 07 muestra el efecto del porcentaje de eliminación de la panoja sobre el índice de tinción del maíz morado, el despanojamiento a un 75 % tiene un mayor índice de tinción superando estadísticamente a los demás tratamientos. La eliminación total de la panoja en el cultivo (100 %) es una actividad muy severa que afecta la actividad normal de la fertilización.

El índice de tinción de la tusa lograda en el presente experimento fue de **4.97**, el cual está dentro de la escala propuesta por el INIA de 4 a 5.

Pinto (2002), encontró para el maíz morado Negro INIA I una escala de 4.50 a 4.93 con un promedio de 4.71.

El INIA (2001), en dos experimentos realizados sobre mejoramiento poblacional para selección de semillas de alta calidad de grano y alto contenido de antocianina, informa haber logrado un grado de tinción de tusa de 4 a 5.

Estos valores están dentro del rango del grado de tinción del contenido de antocianinas reportadas a nivel nacional.

De La Cruz (2009) determinación de la Madurez Fisiológica y Calidad de Maíz Morado, obtuvo un grado de índice de tinción de **4.68**.

Los datos obtenidos en el presente experimento, se ubica ligeramente superior de los datos reportados por los autores antes citados y dentro del rango citado por INIA. Las pequeñas diferencias probablemente se deban a los factores medio ambientales, al carácter genético de la semilla utilizada y además de los aportes de los elementos esenciales.

3.2.5. CARACTERISTICAS BIOMETRICAS DE LOS MAICES EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

Los resultados se muestran como medidas dentro de la estadística descriptiva de las variables estudiadas, esto debido a que la mazorca proviene de una planta que no es la

unidad experimental, sino es parte de la parcela experimental. Las medidas descriptivas si se ajustan para su análisis en forma adecuada y mayor exactitud.

El Cuadro 3.9 muestra las medidas descriptivas de las características biométricas de la mazorca, donde existe una tendencia de incremento cuando se utilizan los diferentes tratamientos frente al testigo sin eliminación de la panoja. La emasculación del 100% de las panojas en un cultivo es un proceso muy perjudicial que afecta el peso de la tusa, peso del grano, número de hileras y el número de granos por mazorca.

Tabla 3.6. características biométricas del maíz en los diferentes tratamientos de efectos de despanojamiento (16% H). Canaan 2750 msnm.

Tratamiento	Peso de tusa			Peso de grano			Numero de hileras			Número de granos/mazorca		
	Prom.	Rango	D.E	Prom.	Rango	D.E	Prom.	Rango	D.E	Prom.	Rango	D.E
Testigo (%)	14.30	16-12	1.49	98.51	108-85	7.95	9.93	8-14	1.92	248.6	133-364	69.3
25 % Despanojado	15.83	17-13	1.24	90.25	112-77	11.34	9.42	7-12	1.77	203.2	120-380	55.9
50 % Despanojado	17.91	21-14	2.19	69.59	112-52	16.3	9.12	0-14	3.12	148.33	0-252	59.2
75 % Despanojado	20.78	25-18	1.98	77.62	102-66	10.4	7.13	0-12	3.01	103.4	0-264	57.4
100 % Despanojado	16.57	18-14	1.31	16.84	25-13	3.67	Indef.	Indef.	Indef.	22.2	0-89	24.93

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se ejecutó el experimento, y de acuerdo a los resultados obtenidos, se tiene las siguientes conclusiones:

1. Con el 75 % de la eliminación de la panoja se obtiene mayor longitud de mazorca, alcanzando 14.66 cm y logrando una longitud de la tusa de 14.92 cm. superando los demás tratamientos y es el que tiene un mayor diámetro de tusa, seguidamente del 50 % de despanojado los que alcanzan un 2.43 cm y 2.40 cm. además al aplicar el 75 % de despanojado, se obtiene un mayor peso de tusa, llegando a un valor de 20.78 gr. Entonces se tiene un mejor resultado y rendimiento de 1,039 Kg./ha⁻¹. Superando a los demás tratamientos.
2. El índice de tinción de la tusa lograda en el presente experimento fue de **4.97**, con el 75 % de la eliminación de la panoja, donde tiene un mayor índice de tinción superando a los demás tratamientos. La eliminación total de la panoja en el cultivo al (100 %) es una actividad muy severa que afecta la actividad normal de la fertilización.
3. La floración masculina en forma general es la que inicia desde los 68 días después de la siembra notándose que el efecto del tratamiento es mínimo para este estado. La floración femenina se inicia su desarrollo desde los 75 dds y completando este estado a los 80 dds. La madurez fisiológica se inició a los 120 dds, este estado se completa a los 150 días.
4. La altura promedio alcanzados fue 2.74 m de altura y de 14 hojas por planta. Los efectos del porcentaje de emasculación son mínimas.

5. En el diámetro de mazorca se obtiene una mayor respuesta con el menor porcentaje de despanojado (25%). Esta se debe al desarrollo de la mazorca por efecto de la buena fertilización y formación del grano.
6. La tendencia cuadrática del peso de grano por mazorca en función de los porcentajes de emasculación, se tiene una gran disminución del peso de grano a medida que se incrementa el porcentaje de eliminación de la panoja. El 100 % de eliminación de las panojas en el cultivo de maíz negro Canaán muestra problemas de fertilización llegando a producir tan solo un promedio de 16 g por mazorca, en muchas plantas las mazorcas no tienen granos.

RECOMENDACIONES

A partir de los resultados y conclusiones obtenidas en el presente trabajo de investigación, se plantea las recomendaciones siguientes:

1. Los efectos de despanojado al 75% muestra un mejor resultado, donde se obtiene un mejor peso de tusa y una mejor calidad e índice de tinción.
2. Incentivar la eliminación de la panoja del cultivo del maíz morado a un porcentaje de 50 a 75 %; este procedimiento es una alternativa muy favorable para muchos agricultores en el cultivo de maíz morado, en especial en la obtención de la calidad de tusa y con un índice de tinción muy favorable y un rango óptimo, por tratarse de un producto curativo muy requerido en la actualidad y de exportación no tradicional.
3. La cosecha se debe realizar cuando las semillas alcancen un contenido de humedad alrededor de 22 a 25%, aproximadamente tres semanas después de alcanzada la madurez fisiológica.
4. Evaluar los variables indicadas en diferentes ambientes y con otras variedades a fin de lograr resultados concluyentes para nuestra región en las diferentes zonas productoras del maíz morado.
5. La cuantificación de antocianina se debe de realizar, previo análisis en los laboratorios especializados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Bonavia, D. 1991.** “Perú: Hombre e Historia de los Orígenes al Siglo XV”. Primera edición. Lima, Perú.
2. **Bartolini, R.1989.** El maíz. Ediciones Mandí Prensa. Edición Española. Madrid-España.
3. **De La Cruz, F. R. 2009.** Determinación de la Madurez Fisiológica y Calidad de Maíz Morado. Tesis de Ingeniero Agrónomo UNSCH Ayacucho – Perú.
4. **Enciso, P. 2005.** Rendimiento de una asociación de maíz (*zea mays*) y Frijol Reventón (*Phaseolus vulgaris L.*) en diferentes densidades de plantas, en Canaán a 2760 msnm. Tesis de Ingeniero Agrónomo UNSCH. Ayacucho –Perú.
5. **Fopex. 1985.** “El Maíz Morado”. Manual del Fondo de Promoción de Exportadores. Lima, Perú.
6. **Hurtado, L. L. 2002.** Manejo y conservación de suelos. Fundamentos y prácticos. Pronamachcs. Lima, Perú.
7. **Huamán, O. F. 2001.** Estudio de la asociación de Maíz Morado (*Zea mays L.*) con tres líneas de Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en dos momentos de siembra en Canaán. Tesis Ingeniero Agrónomo UNSCH, Ayacucho – Perú.
8. **INIA 2006,** BOLETIN INFORMATIVO DEL INSITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIA en “Producción de maíz morado en valles interandinos”.
9. **Lazo, R. 1999.** “Fertilización potasita y fosfórica en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays L.*) PM 581. Tesis UNAS. El Cural - Arequipa – Perú.
10. **Llanos, C. M. 1984.** El Maíz, su cultivo y aprovechamiento. Editorial Mundi – prensa España – Madrid. 318p.
11. **Manrique, A. 1999.** Maíz Morado Peruano (*Zea mays L.*). Folleto R.I. N° 2-99 Perú 24p.
12. **Manrique, A. 1997,** “El maíz en el Perú. Segunda edición. CONCYTEC. Perú”.
13. **Manrique, CH. A. 1997.** “El Maíz en el Perú”. Programa cooperativo de Investigaciones en maíz, 1980-92. Informes anuales. CONCYTEC, Lima, Perú.
14. **MINAG (Ministerio de Agricultura PE), 2011.** Manejo y fertilidad de suelos. Guía técnica de orientación al productor.48 p.

15. **MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE), 2012.** Maíz amiláceo principales aspectos de la cadena agroproductiva. Dirección general de competitividad agraria. 1ra edición. Lima – Peru 39 p.
16. **Mondalgo, M. D.** Comparativo de rendimientos de maíz morado (*Zea mays L.*) con tres fórmulas de fertilización N-P-K y dos densidades de siembra en la EEA Canaán de Ayacucho a 2750 msnm. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. UNSCH. Ayacucho, Perú. 97 p.
17. **Parsons, D. 1981.** Manuales para la Educación Agropecuario
18. **Puma, J. 1998,** “Dos fuentes de materia orgánica y el rendimiento de maíz morado en zonas áridas”. Tesis UNAS. Arequipa – Perú
19. **Poelhman, J. M. 1981.** Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. México. 453 p.
20. **Pinto, S. E. 2002.** Selección Hilera Modificada en Maíz Morado Negro I. Tesis de Ingeniero Agrónomo UNSCH Ayacucho Perú.
21. **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.
22. **Requiz, V. F. 2005.** “Ficha Técnica del Maíz Morado”. Negro – INIA. Ayacucho, Perú.
23. **Roca, 1992.** Ecotipo de maíz morado, procedente de la localidad de Huanta. Tesis de Ingeniero Agrónomo UNSCH Ayacucho Perú.
24. **Solís, 2011.** Maíz morado con diferentes niveles de abonamiento de la variedad Negro Canaán. Tesis de Ingeniero Agrónomo.
25. **Tapia, M. 2007.** Guía de campo de los cultivos andinos FAO Lima Perú.
26. **Velásquez, H. E. 1999.** Estudio de rendimiento en grano y de las correlaciones entre caracteres biométricas en ocho genotipos de maíz. Tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo. UNA La Molina. Lima Perú.
27. **Vásquez, R. A. 1983.** Evaluación de maíces de baja altura (*Zea mays L.*), tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo. UNA La Molina. Lima Perú.
28. **Vilca, V. J. 1997.** Folleto de Entomología Agrícola II. Ayacucho – Perú.
29. [http://www.monografías.com./trabajo/e maíz](http://www.monografías.com./trabajo/e%20maíz), Lucas Morea.
30. <http://es.wikipedia.org/wiki/polinizacion>

31. http://www.ecured.cu/index.php/Ma%C3%ADz_morado
32. www.productoresmaizmorado.com
33. España www.inkanat.com/es/infosalud/maiz-morado.html - España.
34. [http:// macapunch.com/maizmorado.htm](http://macapunch.com/maizmorado.htm)
35. <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S03.htm>
36. <http://agrarias.tripod.com/cereales.htm>
37. <http://f10freddy10.blogspot.com/2008/09/botanica.html>
38. www.inia.gob.pe
39. <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/627>

ANEXOS

ANEXO 1.

Datos biometricos de la longitud de mazorca, diametro de mazorca, diametro de tusa y longitud de tusa.

tratam	LM	DM	DT	LT
0	14.63	3.54	2.22	14.56
0	14.20	3.59	2.21	14.18
0	13.95	3.48	2.08	13.84
0	14.15	3.63	2.37	14.26
0	13.72	3.54	2.31	13.73
0	13.05	3.53	2.18	12.92
0	14.00	3.63	2.25	14.11
0	12.31	3.48	2.28	12.53
0	13.90	3.69	2.32	14.12
0	12.23	3.67	2.25	12.47
25	12.97	3.92	2.30	13.10
25	12.28	3.69	2.21	12.46
25	13.39	3.66	2.07	13.53
25	13.31	3.59	2.12	13.40
25	13.49	3.81	2.17	13.54
25	13.87	3.75	2.21	13.96
25	13.08	3.70	2.59	13.14
25	13.02	3.34	2.27	13.24
25	13.62	3.77	2.64	13.75
25	13.98	3.73	2.60	14.02
50	12.68	3.86	2.09	12.78
50	13.00	3.22	2.25	13.23
50	12.31	3.09	2.31	12.39
50	13.73	3.41	2.39	13.79
50	13.18	3.29	2.33	13.23
50	12.19	3.22	2.20	12.30
50	13.30	3.28	2.35	13.43
50	14.30	3.34	3.00	12.91
50	13.34	3.47	2.72	13.45
50	12.80	2.97	2.40	12.79
75	15.18	3.44	2.39	15.62
75	14.87	3.54	2.44	15.13
75	14.46	3.43	2.41	14.67
75	13.45	3.38	2.23	13.61
75	14.68	3.53	2.53	14.87
75	14.42	3.37	2.61	14.65
75	15.13	3.41	2.38	15.38
75	14.09	3.36	2.23	14.38
75	15.18	3.54	2.55	15.42
75	15.21	3.81	2.52	15.42
100	13.10	2.08	2.09	13.40
100	13.44	2.01	2.01	13.58
100	13.40	1.97	1.97	13.50
100	12.82	2.16	2.16	12.92
100	13.83	2.13	2.13	13.83
100	13.75	2.25	2.25	13.84
100	13.29	2.23	2.23	13.13
100	13.05	2.17	2.17	13.16
100	12.88	2.15	2.15	13.40
100	13.41	2.25	2.25	13.44

ANEXO 2.
ÍNDICE DE TINCION DE 0% DE EMASCULACION

Repet	0%	25%	50%	75%	100%
1	4.79	4.87	4.9	4.98	4.95
2	4.76	4.79	4.89	4.99	4.94
3	4.77	4.85	4.88	4.95	4.93
4	4.73	4.8	4.9	4.98	4.92
5	4.75	4.81	4.91	4.97	4.95
6	4.79	4.86	4.89	4.99	4.96
7	4.77	4.85	4.87	4.96	4.95
Promedio	4.77	4.83	4.89	4.97	4.94

DATOS PROCESADOS DEL; NUMERO DE MAZORCA, PESO DE TUSA, PESO BASE CABEZAL, PESO DE GRANO, PESO PROMEDIO DE TUSA Y PESO PROMEDIO DE GRANO CON SUS 10 REPETICIONES EN CADA TRATAMIENTO DE LOS PORCENTAJES DE LA ELIMINACION DE PANOJA.

0 % despanojado										
No Mazorcas	28	29	35	30	30	34	29	38	30	35
Repet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT	450	450	450	475	400	475	450	500	450	410
PBC	0.35	0.255	0.3	0.3	0.275	0.3	0.35	0.35	0.35	0.35
Peso G	2.68	2.79	2.955	2.89	2.79	2.85	2.55	2.87	2.75	2.79
PT (promedio)	16.07	15.52	12.86	15.83	13.33	13.97	15.52	13.16	15.00	11.71
PG (Promedio)	108.21	105.00	93.00	106.33	102.17	92.65	100.00	84.74	103.33	89.71

25 % despanojado										
No Mazorcas	26	29	30	28	35	26	30	29	31	31
Repet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT	450	460	470	440	460	440	500	485	490	450
PBC	350	330	330	250	310	250	250	250	26	250
Peso G	2550	2570	2750	2300	2410	2100	2250	2200	2350	2375
PT (promedio)	17.31	15.86	15.67	15.71	13.14	16.92	16.67	16.72	15.81	14.52
PG (Promedio)	111.54	100.00	102.67	91.07	77.71	90.38	83.33	84.48	76.65	84.68

50 % despanojado										
No Mazorcas	33	31	35	27	28	31	27	29	25	30
Repet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT	475	490	540	480	510	540	545	560	530	580
PBC	250	175	250	190	300	250	160	180	200	220
Peso G	2458	2345	2458	1850	2455	2256	1710	2256	1568	1986
PT (promedio)	14.39	15.81	15.43	17.78	18.21	17.42	20.19	19.31	21.20	19.33
PG (Promedio)	82.06	81.29	77.37	75.56	98.39	80.84	69.26	84.00	70.72	73.53

50 % despanojado										
No Mazorcas	30	28	21	26	26	29	28	28	27	25
Repet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT	555	565	478	545	530	550	580	585	585	570
PBC	150	100	105	175	195	175	210	175	150	190
Peso G	2050	2000	1430	1550	1568	1875	1800	1860	1950	1752
PT (promedio)	18.50	20.18	22.76	20.96	20.38	18.97	20.71	20.89	21.67	22.80
PG (Promedio)	73.33	75.00	73.10	66.35	67.81	70.69	71.79	72.68	77.78	77.68

50 % despanojado										
No Mazorcas	30	31	35	30	30	33	35	32	30	36
Repet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT	525	555	515	525	545	530	525	500	530	560
PBC	100	90	75	75	50	50	75	85	75	75
Peso G	425	475	450	450	350	760	450	575	350	375
PT (promedio)	17.50	17.90	14.71	17.50	18.17	16.06	15.00	15.63	17.67	15.56
PG (Promedio)	17.50	18.23	15.00	17.50	13.33	24.55	15.00	20.63	14.17	12.50

Panel fotográfico



Fotografía 01 - 02. Preparación y surcado de terreno con tractor Agrícola (izquierda) y abonamiento de los surcos preparados a chorro continuo (derecha) de los diferentes tratamientos, con un intervalo de siembra de 18 días. Canaán, 2750 msnm.



Fotografía 03 - 04. Siembra del maíz morado (*Zea Mays* L.) ayuda de un medidor a cada 0.50 m. por golpe (izquierda) y aporque, más la aplicación de la dosis de Urea (derecho). La siembra se realizó en cinco momentos distintos, tomando el intervalo de tiempo de 18 días, sembrando el tratamiento testigo de (0%) de despanojado el 18 de noviembre del 2011.



Fotografía 05 - 06. Labor de la eliminación de la panoja en los diferentes porcentajes de despanojado, se efectuó bajo cuidados bien rigurosos, previa una evaluación de la aparición del 50% de las inflorescencias, T₅ con 100% de despanojado a los 80 (dds) el 30/03/2012.



Fotografía 07 - 08. La inflorescencia masculina despanojado (izquierda) y las inflorescencias sobrantes según al porcentaje del despanojado, con los granos de polen en los penachos (derecha); T₂ con 25 % a los 73, T₃ con 50% a los 70, T₄ con 75% a los 80 y T₅ con 100% 80 días después de la siembra respectivamente. Canaan, 2750 msnm.



Fotografía 09 - 10. Cosecha de las mazorcas del maíz morado (*Zea mays L.*) según los tratamientos e intervalo de 18 días respectivamente (izquierda) y evaluaciones pertinentes de los efectos de despanojado en la calidad de tusa (derecha). Canaán, 2750 msnm.



Fotografía 11 - 12. Calles de los tratamientos, mostrando los diferentes momentos de siembra y/o porcentajes de despanojado del maíz morado (*Zea mays L.*) en la obtención de la calidad de tusa (izquierda) y las cosechas mostrando las evaluaciones con las 10 repeticiones en los surcos centrales, dejando 5 golpes en ambos extremos y 3 surcos por los bordes, solamente evaluando los surcos centros de manera intercalada, en cada tratamiento (derecha). Canaán, 2750 msnm.



Fotografía 13 - 14. Efectos del despanojado de las inflorescencias masculinas, del T₄ al 75 % de despanojado (izquierda) y T₅ al 100% de despanojado (derecha) del cultivo de maíz morado de la variedad Negro Canaán. T₄ con 75% a los 80 y T₅ con 100% 80 días después de la siembra respectivamente.



Fotografía 15 - 16. Tratamiento testigo (0% de despanojado) mostrando los resultados en el momento de la cosecha, donde los granos es completamente lleno en toda la tusa (izquierda) y T₂ al 25% de despanojado, con alguna escasez de granos en la mazorca (derecha) del cultivo de maíz morado de la variedad Negro Canaán.



Fotografía 17 - 18. Cuarto tratamiento al 75% de despanojado mostrando los resultados en el momento de la cosecha, donde existe la escases de granos en la tusa (izquierda) y las evaluaciones respectivas de los tratamientos, con 10 repeticiones (derecha). Cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*), Canaán 2750 msnm.



Fotografía 19 - 20. Evaluación de los efectos de despanojado del tratamiento testigo (T_1 0%), donde mostraron mazorcas completamente llenas de granos (izquierda) y las evaluaciones respectivas de los tratamientos T_2 al 25%, muestran las diferencias del testigo con alguna escases de granos en la mazorca, con 10 repeticiones (derecho). Canaan 2750 msnm.



Fotografía 21 - 22. Evaluación de los efectos de despanojado del T_3 al 50% (izquierda) y las evaluaciones respectivas del T_4 al 75% (derecho). Muestran las diferencias en la escasez de granos en las mazorcas en ambos tratamientos, por ende, la calidad de tusa es clara en el T_4 con 75 % de despanojado. Canaan 2750 msnm.



Fotografía 23 - 24. Las mazorcas del T_4 al 75% (izquierda) y las mazorcas del T_5 al 100% (derecho). Secado de mazorcas en el invernadero de Canaán hasta alcanzar el 14 % de humedad, para las evaluaciones correspondientes en cada tratamiento según corresponda. Canaan 2750 msnm.



Fotografía 25 - 26. Las mazorcas al 14 % de humedad para el desgrane del T₅ al 100% (izquierda) y las labores de evaluación correspondiente, desde el desgranado hasta las diferentes mediciones (derecho) del T₁ al T₅. Canaán 2750 msnm.



Fotografía 27 - 28. Evaluación de, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos, peso de granos, longitud de tusa, diámetro de tusa, peso de tusa, Etc. del T₁ al T₅ (izquierda) y la clara muestra de la obtención de la calidad de tusa del T₄ al 75 % de despanojado (derecho), Canaán 2750 msnm.



Fotografía 29 - 30. Evaluación de la calidad de tusa de los efectos de la emasculación, tusas del T₄ al 75% de despanojado (izquierda) y la clara muestra de la obtención de la calidad de tusa del tratamiento testigo con 0% de despanojado, con las pérdidas de las estructuras de alto contenido de antocianina en el momento de desgrane (derecho), Canaán 2750 msnm.