



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

**Evaluación del rendimiento de seis variedades de maíz
morado (*Zea Mays* L.) en la provincia de Cutervo –
Cajamarca**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

Autora:

Bach. Luz Arelis Del Rocío Meléndez Luna

Asesor:

Ing. M. Sc. Oscar Fernández Aurazo

Lambayeque – Perú

2020

**Evaluación del rendimiento de seis variedades de maíz morado
(*Zea Mays* L.) en la provincia de Cutervo – Cajamarca**

POR:


Luz Arelis Del Rocío Meléndez Luna

Presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional
Pedro Ruiz Gallo, para optar el Título Profesional de:

INGENIERA AGRÓNOMA

APROBADO POR:



 **Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz**
Presidente del Jurado



Ing. M. Sc. Víctor Gustavo Hernández Jiménez
Secretario del Jurado



Ing. M. Sc. Jhon Dany Castañeda Requejo
Vocal del Jurado



Ing. M. Sc. Oscar Fernández Aurazo
Asesor

Lambayeque – Perú

2023

Dedicatoria

Dedico esta tesis de forma muy especial a mis padres, por ser el pilar primordial de mi vida, siempre apoyándome incondicionalmente en la parte moral y económica, gracias por su confianza y el cariño que me tienen.

A mis hermanos y demás familia quienes con sus palabras de aliento me apoyaron para seguir adelante, y cumplir este sueño tan anhelado.

Luz Arelis del Rocío Meléndez Luna

Agradecimiento

Gracias Dios por resguardarme en el camino y darme la fuerza para superar los obstáculos y dificultades en mi vida

A mis padres quienes me dieron la vida y me enseñaron a nunca rendirme y perseverar siempre con sus sabios consejos.

A mi asesor, Profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Ing. Oscar Fernández Aurazo por su valiosa guía y asesoría durante la realización de dicho proyecto de tesis.

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE SEIS VARIEDADES DE MAÍZ MORADO (Zea mays L.) EN LA PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	16%	4%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	vsip.info Fuente de Internet	1%
4	1library.co Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.catie.ac.cr Fuente de Internet	<1%



9	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	Melissa Rabanal-Atalaya, Alicia Medina-Hoyos. "Evaluación del rendimiento, características morfológicas y químicas de variedades del maíz morado (Zea mays L.) en la región Cajamarca-Perú", REVISTA TERRA LATINOAMERICANA, 2021 Publicación	<1 %
12	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to unasam Trabajo del estudiante	<1 %
15	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	vip.ucaldas.edu.co Fuente de Internet	<1 %
17	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	mgde.uqroo.mx Fuente de Internet	



		<1 %
19	Submitted to Instituto Tecnológico de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
20	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
22	mendoza.com.ar Fuente de Internet	<1 %
23	ediciones.inca.edu.cu Fuente de Internet	<1 %

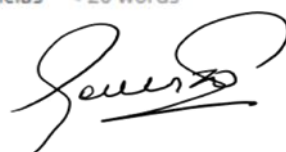
Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Apagado



Constancia de Aprobación de Originalidad de Tesis

Yo, Oscar Fernández Aurazo, Asesor de Tesis, de la Bach. en Agronomía Luz Arelis del Rocío Meléndez Luna identificada con DNI N° 45760746 código universitario 071542-A, ha elaborado la Tesis titulada: **Evaluación del rendimiento de seis variedades de maíz morado (*zea mays* L.) en la provincia de Cutervo – Cajamarca**, luego de la revisión profunda del trabajo confirmo que la misma tiene un índice de similitud de 16% revisable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

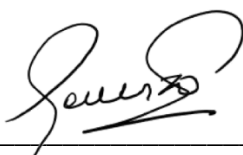
El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso

Lambayeque, 29 de abril de 2023



Bach. Luz Arelis del Rocío Meléndez Luna
DNI N° 45760746
Autora



Ing. M. Sc. Oscar Fernández Aurazo
DNI N° 16609754
Asesor

Acta de Sustentación



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIDAD DE INVESTIGACION



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los veinte días del mes de Agosto del año dos mil veinte, siendo las diecisiete horas de la tarde, se reunieron de manera virtual mediante la Plataforma Google meet con enlace virtual <http://meet.google.com/zsd-cfiv-ukp> los miembros de jurado, dando inicio a la lectura del Decreto N° 014-2020-VIRTUAL-UI-FAG de fecha 08 de agosto del 2020, mediante el cual autoriza la sustentación de la tesis, dicho jurado esta conformado por los siguientes docentes:

Ing. MSc. GILBERTO CHÁVEZ SANTA CRUZ	Presidente
Ing. Mg. VICTOR GUSTAVO HERNÁNDEZ JIMÉNEZ	Secretario
Ing. JHON DANY CASTAÑEDA REQUEJO	Vocal
Ing. OSCAR FERNÁNDEZ AURAZO	Patrocinador


Para evaluar y calificar el trabajo de Tesis Titulado: **"EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE SEIS VARIEDADES DE MAIZ MORADO (*Zea mays* L.) EN LA PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA"**, presentada por la Bachiller **LUZ ARELIS DEL ROCIO MELENDEZ LUNA**.


Después de escuchar la exposición y las respuestas a las preguntas formuladas por los Miembros del Jurado, se acordó calificar el trabajo como:

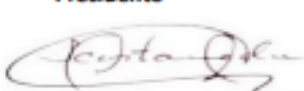
MUY BUENO


En consecuencia, la Bachiller en referencia queda apta para recibir el Título Profesional de INGENIERO AGRONOMO, de conformidad con la Ley Universitaria, Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Para constancia de ello firman:


Vº Bº Ing. M.Sc. EDUARDO EXEQUIEL DEZA LEON
Vº Bº Ing. M.Sc. GILBERTO CHÁVEZ SANTA CRUZ
Presidente


Vº Bº Ing. Mg. VICTOR GUSTAVO HERNÁNDEZ JIMÉNEZ
Secretario


Vº Bº Ing. JHON DANY CASTAÑEDA REQUEJO
Vocal


Vº Bº Ing. OSCAR FERNÁNDEZ AURAZO
Patrocinador

OBSERVACIONES:

POR EL FALLECIMIENTO DEL Ing. M.Sc. GILBERTO CHÁVEZ SANTA CRUZ, NO SE FIRMO ACTA DE SUSTENTACION

RESOLUCIÓN N° 008-2022-VIRTUAL-CF-FAG -AUTORIZA AL SEÑOR DECANO FIRMAR TESIS

Índice

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Constancia de Aprobación de Originalidad de Tesis	viii
Acta de Sustentación	ix
Índice de Tablas	xiii
Índice de Figuras	xv
Resumen	xvii
Abstract	xviii
Introducción.....	16
Capítulo I. Diseño Teórico.....	18
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	18
1.2. Bases Teóricas.....	21
1.2.1. Generalidades del Cultivo	21
1.2.1.1. Origen y Distribución.....	21
1.2.1.2. Clasificación Taxonómica.....	24
1.2.1.3. Descripción Botánica.....	24
1.2.1.4. Morfología de la Planta.....	25
1.2.1.5. Fases Fenológicas o Desarrollo del Maíz.....	26
1.2.1.6. Exigencias Agroecológicas del Cultivo	28
1.2.1.7. Labores Culturales	33
1.2.2. Razas de Maíz Morado	37
1.2.3. Variedades de Maíz Morado	39
1.2.4. Variedades Mejoradas de Maíz Morado	41
1.2.5. Características Genéticas de Maíz Morado	42
1.2.6. Usos	43
1.2.7. Exportación de Maíz Morado	44
Capítulo II. Metodología.....	46
2.1. Área Experimental	46
2.1.1. Ubicación Geográfica.....	46
2.1.2. Ubicación del Caserío Valle Conda	46
2.1.3. Coordenadas de Posición del Experimento	46
2.2. Suelo	46
2.3. Clima	47

2.4. Materiales	48
2.4.1. Características del Material Genético	48
2.4.2. Características de los Fertilizantes	49
2.4.3. Otros Materiales	50
2.5. Metodología	50
2.5.1. Factores en Estudio	50
2.5.2. Tratamientos del Experimento	50
2.5.3. Características del Campo Experimental	51
2.5.4. Diseño del Experimento	52
2.5.5. Análisis Estadístico	52
2.5.6. Instalación y Manejo del Experimento	53
2.5.7. Variables Evaluadas en el Experimento	57
Capítulo III. Resultados y Discusión	60
3.1. Análisis de Variancia de las Características Evaluadas	60
3.2. Análisis de las Características Evaluadas	61
3.2.1. Días al 50% de Floración Masculina	61
3.2.2. Días al 50% de floración femenina	63
3.2.3. Altura de planta	64
3.2.4. Altura de Mazorca	66
3.2.5. Longitud de mazorca	68
3.2.6. Diámetro de Mazorca	70
3.2.7. Número de Hileras por Mazorca	72
3.2.8. Número de Granos por Hilera	73
3.2.9. Índice de mazorca	75
3.2.10. Peso de 1000 Granos	76
3.2.11. Rendimiento de Mazorca	78
3.2.12. Rendimiento de Coronta	81
3.2.13. Rendimiento de Grano	82
3.3. Análisis Multivariado	84
3.3.1. Análisis de Clúster	84
3.3.2. Análisis de los Principales Componentes	85
Capítulo IV. Conclusiones y Recomendaciones	90
4.1. Conclusiones	90
4.2. Recomendaciones	91

Referencias	92
Anexos	99
Anexo A. Lista de Tablas	99

Índice de Tablas

Tabla 1. Condiciones climatológicas registradas en la estación Augusto Weberbauer - Cajamarca - SENAMHI, de enero hasta julio 2018.....	48
Tabla 2. Variedades en estudio	50
Tabla 3. Distribución de tratamientos en estudio.....	51
Tabla 4. Análisis de Variancia (ANAVA)	53
Tabla 5. Análisis de variancia de las características evaluadas en seis variedades de maíz morado (Zea mays L.), en la Provincia de Cutervo – Cajamarca.	60
Tabla 6. Días al 50% de floración masculina en la “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la provincia de Cutervo – Cajamarca”.....	61
Tabla 7. Días al 50% de floración femenina. “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”	63
Tabla 8. Altura de planta (m). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”	65
Tabla 9. Altura de mazorca (m). “Evaluación de Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”	67
Tabla 10. Longitud de mazorca (cm). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”.....	68
Tabla 11. Diámetro de mazorca (cm). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”.....	70
Tabla 12. Número de hileras por mazorca. “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”	72
Tabla 13. Número de granos por hilera. “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”.....	74
Tabla 14. Índice de mazorca. “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”	75

Tabla 15. Peso de 1000 granos (g). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”	77
Tabla 16. Rendimiento de mazorca (t/ha). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”	78
Tabla 17. Rendimiento de coronta (t/ha). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”	81
Tabla 18. Rendimiento de grano (t/ha). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”	83
Tabla 19. Historial de conglomeración	84
Tabla 20. Matriz de Correlaciones	86
Tabla 21. Comunalidades	87
Tabla 22. Variancia Total Explicada	88
Tabla 23. Matriz de Componente Rotado	89

Índice de Figuras

Figura 1. Principales países de destino de exportación de maíz morado	45
Figura 2. Principales exportadoras de maíz morado	45
Figura 3. <i>Resultados del análisis químico de suelo</i>	47
Figura 4. Croquis del campo experimental	52
Figura 5. Días al 50% de floración masculina de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018	62
Figura 6. Días al 50% de floración femenina de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018	64
Figura 7. Altura de planta de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018.	65
Figura 8. Altura de mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018	67
Figura 9. Longitud de mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018	69
Figura 10. Diámetro de mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018.	71
Figura 11. Número de hileras por mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018	73
Figura 12. Altura de mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018	74
Figura 13. Índice de mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018.	76
Figura 14. Peso de 1000 granos de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018	77
Figura 15. Rendimiento de mazorca (t/ha.) de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018	79

Figura 16. Rendimiento de coronta (t/ha.) de seis variedades de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018	82
Figura 17. Rendimiento de grano (t/ha.) de seis variedades de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018.	83
Figura 18. Dendograma.....	85
Figura 19. Gráfico de sedimentación	88

Resumen

El trabajo de investigación se desarrolló en Valle Conday, ubicado en el distrito y provincia de Cutervo, región Cajamarca, a una altitud de 2,578 msnm; en el transcurso de enero a agosto del 2018, en una parcela de 244.8 m². El objetivo principal fue determinar rendimiento, para lo cual se evaluaron variables biométricas y agronómicas de seis variedades de maíz morado con tres repeticiones, utilizando el diseño estadístico BCA; cuyas variedades estudiadas, se mencionan: INIA – 615 (Negro Canaán de Ayacucho), Canteño, Morado Mejorado, UNC – 47, INIA – 601 y PMV – 581.

Cada tratamiento estuvo conformado por 3 surcos con 3 repeticiones, teniendo un área experimental neta de 216 m², evaluando solo el surco central de cada unidad experimental, la siembra se hizo a 80 cm entre líneas y a 50 cm entre golpe, empleando una población de 50 000 plantas por hectárea. La fertilización fue realizada empleando una dosis de 140 – 100 – 140 kg de NPK/ha, donde el 50 % de nitrógeno, junto al 100% del fósforo y potasio a se incorporó, cuando el cultivo tenía 25 días de siembra y el resto del N a los 70 días después de la siembra.

Al aplicar la estadística a los parámetros evaluados, se encontró que la variedad INIA – 615, logró el más alto rendimiento de mazorca, con 9.01 t/ha, seguido de las variedades Morado Mejorado, INIA – 601 y UNC – 47 con 7.68 t/ha, 7.60 t/ha. y 7.56 t/ha respectivamente; quedando como últimos, con menores rendimientos las variedades Canteño y PMV – 581 con 6.17 y 4.74 t/ha respectivamente; para rendimiento de grano la variedad que más sobresalió fue INIA – 615 con 7.68 t/ha seguido del Morado Mejorado, UNC – 47 e INIA – 601 con 6.53 t/ha, 6.39 t/ha. y 6.37 t/ha respectivamente, mientras que para rendimiento de coronta las más sobresalientes fueron INIA – 615, INIA – 601 y UNC – 47 con 1.32 t/ha, 1.23 t/ha, 1.17 t/ha respectivamente.

Palabras clave: Rendimiento, maíz morado, variedades, Cutervo

Abstract

The research work was developed in Conday Valley, located in the district and province of Cutervo, Cajamarca region, at an altitude of 2,578 meters above sea level; in the course of January to August 2018, in a plot of 244.8 m². The main objective was to determine yield, for which biometric and agronomic variables of six varieties of purple corn with three replications were evaluated, using the BCA statistical design; whose varieties studied, are mentioned: INIA - 615 (Negro Canaán de Ayacucho), Canteño, Morado Mejorado, UNC - 47, INIA - 601 and PMV - 581.

Each treatment consisted of 3 furrows with 3 replications, having a net experimental area of 216 m², evaluating only the central furrow of each experimental unit, planting was done at 80 cm between rows and 50 cm between blows, using a population of 50,000 plants per hectare. Fertilization was carried out using a dose of 140 - 100 - 140 kg of NPK/ha, where 50% of nitrogen, together with 100% of phosphorus and potassium was incorporated when the crop was 25 days after sowing and the rest of the N at 70 days after sowing.

When statistics were applied to the evaluated parameters, it was found that the variety INIA - 615, achieved the highest ear yield, with 9.01 t/ha, followed by the varieties Morado Mejorado, INIA - 601 and UNC - 47 with 7.68 t/ha, 7.60 t/ha. and 7.56 t/ha respectively; remaining as the last, with lower yields the varieties Canteño and PMV - 581 with 6.17 and 4.74 t/ha respectively; for grain yield the most outstanding variety was INIA - 615 with 7.68 t/ha followed by Morado Mejorado, UNC - 47 and INIA - 601 with 6.53 t/ha, 6.39 t/ha. and 6.37 t/ha respectively, while for crown yield the most outstanding were INIA - 615, INIA - 601 and UNC - 47 with 1.32 t/ha, 1.23 t/ha, 1.17 t/ha respectively.

Key words: Yield, purple maize, varieties, Cutervo

Introducción

El cultivo de maíz es oriundo del continente americano, simboliza una de las contribuciones más apreciables a la seguridad alimentaria del mundo; simultáneamente con las otras gramíneas el trigo y el arroz, están calificadas como las más sembradas a nivel mundial. Además, con el transcurrir de los años, varias instituciones internacionales, públicas y privadas están llevando a cabo estudios importantes de nuevos híbridos mejorados con la finalidad primordial de desarrollar nuevas variedades con alto potencial de rendimiento y resistencia a las condiciones ambientales, a las plagas y enfermedades (Fuentes, 2002).

Este cultivo es considerado dentro de los productos más trascendentales que conforman el régimen alimenticio nacional y de alto establecimiento en la cultura productiva de las regiones rurales andinas del Perú (Huamanchumo, 2013), se siembra en las 24 regiones del territorio peruano desde 0 hasta los 3900 msnm, en un área estimada anualmente de 502,383 ha., dentro de estas, unas 240,000 ha. corresponden a maíz amiláceo (INEI, 2013), y alrededor de 5,000 ha. pertenecen al maíz morado, siendo las regiones de Lima, Ica, Arequipa, Huánuco, Ayacucho y Cajamarca y las zonas agroecológicas de mayor extensión del cultivo (MINAGRI, 2012).

En el territorio peruano, se cultivan varias razas de maíz, que presentan diferentes tamaños, colores y sabores, que se pueden preparar y acompañar a diferentes platos, dentro de estos se encuentra al maíz morado (Manrique 1997). El maíz morado tiene un componente llamado "Antocianina", el beneficio que tiene este pigmento, según estudios elaborados en Japón, impide el ataque del cáncer al colon y el aumento de riesgo a la salud cardiaca, al optimizar la circulación de la sangre (The Ministry of Health and Welfare 2000).

El territorio peruano cuenta con climas y zonas terrestres favorables donde cultivar el maíz morado, además, a nivel mundial ocupa los primeros lugares en producción y exportación de este cultivo (Chichizola et al., 2007; Sierra Exportadora, 2013).

En la Provincia de Cutervo los agricultores que se dedican a la siembra del maíz morado desconocen que variedades se adaptan mejor a la zona optando por sembrar variedades inapropiadas afectando la producción y rendimiento de este cereal. Este cultivo se practica preferentemente en medios de agricultura familiar, en la cual prevalecen técnicas tradicionales, y una de las dificultades importantes que han de afrontar los agricultores son: acceso limitado a semilla certificada, falta de difusión y asistencia técnica en el uso adecuado de suelos y de fertilizantes. La mayor parte de agricultores utilizan semillas de origen desconocido y usan empíricamente los fertilizantes, sin realizar con anterioridad un análisis químico de suelos; al mismo tiempo, no conocen el período más oportuno de aplicación, y dosis de fertilización; todos estos componentes originan sistemas de producción hondamente débiles a componentes desfavorables (bióticos y abióticos), lo cual se convierte posteriormente en productos de bajo rendimiento y calidad.

En el presente trabajo de investigación, se planteó como objetivo general: generar información que permita evaluar seis variedades de maíz morado con el propósito de proporcionar alternativas de producción en la Provincia de Cutervo y los objetivos específicos: evaluar el potencial de rendimiento de seis variedades de maíz morado bajo las condiciones agroecológicas de la Provincia de Cutervo y determinar que variedad o variedades reportan las mejores características agronómicas.

Capítulo I. Diseño Teórico

1.1. Antecedentes de la Investigación

Piña (2018) efectuó un ensayo para evaluar rendimiento y concentración de antocianinas en 6 lugares del distrito de Ichocán, en altitudes distintas, en la Provincia de San Marcos, Región Cajamarca, el ensayo se realizó con las siguientes variedades: UNC – 47, INIA-601, Canteño, INIA – 615, Morado Mejorado y PMV – 581. INIA – 601 presentó el mayor rendimiento con 2.56 toneladas/ha.; sin embargo, no hubo significación en el rendimiento con las variedades UNC – 47 con 2018.30 kg/ha, Morado Mejorado con 2018.00 kg/ha, INIA – 615 con 1972.00 kg/ha y PMV – 581 con un promedio de 1957.40 kg/ha comparativamente. Todos estos genotipos mencionados anteriormente tienen diferencias significativas con la variedad Canteño que alcanzó 0.925 t/ha., ocupando el último lugar. El mayor porcentaje de antocianinas se presentó INIA – 601, con 6.39 % en tusa y en brácteas alcanzó 2.94 %. La zona más adecuada para rendimiento de grano seco se encontró en pisos altitudinales de La Victoria y Sunchupampa logrando 2.56 y 2.44 t/ha respectivamente.

Fernandez (2009) valoró el resultado de una solución de Microorganismos Efectivos Naturales (MEN). Llegó a la conclusión que la solución madre MEN adquiere una emanación solubilizante en la roca fosfórica y en la diatomita. Encontró rendimientos de 8840,8 y 8662,20 kg/ha con de 4,69 y 4,67 índices de tinción respectivamente.

Begazo (2013) realizó un trabajo, ubicado en la Irrigación Majes, región Arequipa. Como resultado encontró que L70P30 y L70P25 con 5743 kg/ha y 5524 kg/ha respectivamente, alcanzaron los mayores rendimientos, siendo los mejores marcos de siembra. El factor distancia entre plantas comprobó de forma significativa el número de mazorca/planta, el rendimiento de mazorca, longitud de mazorca, peso promedio de mazorca, diámetro de mazorca y peso promedio de grano por mazorca; entre los niveles aplicados

recalcó la distancia de 0.30 m entre plantas. Igualmente, el factor distanciamiento entre líneas tiene significación en longitud de mazorca, altura de planta, diámetro de mazorca, peso promedio de grano de mazorca, peso promedio de mazorca y rendimiento de mazorca; se encontró que resaltó el distanciamiento de 0,70 m.

Cabrera (2016) encontró que, los rendimientos totales de mazorca de los cultivares de maíz INIA – 615, CANTEÑO, PMV e INIA – 601, alcanzaron 8.5; 8.12; 7.9 y 7.8 t/ha. respectivamente en la cual se consideró 14 % de humedad. Del mismo modo, en cuanto al rendimiento comercial alcanzaron los siguientes resultados; INIA – 615 obtuvo 8200 kg/ha de mazorcas, exponiendo 4.6% de diferencia en relación de INIA – 601, la cual 7.8 t/ha de mazorcas, siendo este el más bajo. El mayor contenido de antocianinas se halló en la variedad CANTEÑO con 642.6 mg A/100g.

Ramos (2004) manifestó que, no alcanzó los rendimientos deseados (2 a 4 t/ha.) solo logró obtener 1.8 y 1.3 toneladas por hectárea respectivamente para rendimiento de mazorca y grano con el bioestimulante Agrispon. El testigo superó al resto de tratamientos en la concentración de pigmentos de la tusa y mazorca, en tanto que la concentración en el grano, fue superior, con la aplicación de Biol alfalfa.

Mayorga, (2011) realizó un estudio para evaluar el rendimiento de maíz morado de la variedad PMV – 581 con 2 niveles a base de fertilizante nitrogenado (120 y 240 kg/ha de N más un testigo sin fertilización), también utilizó 4 densidades de siembra (55550; 65555; 75555 y 85555 plantas por hectárea). Encontró que el rendimiento comercial más alto se logró con el nivel de N de 120 kg/ha, alcanzando 6.0 5toneladas por hectárea, esto debido al efecto de nitrógeno.

Espinoza (2003) realizó un ensayo en el cultivo de maíz morado PMV – 581, evaluando 3 niveles a base de fertilizantes con N y un testigo sin fertilizar, además utilizó

fósforo y potasio. Igualmente, experimentó 4 densidades de siembra. En cuanto al factor fertilización alcanzó un rendimiento promedio de 12.1 toneladas por hectárea de maíz morado con el tratamiento 160 kg de N por hectárea y en cuanto al factor densidad de plantas llegó a cosechar 12.5 toneladas por hectárea de maíz morado empleando de 85000 plantas por hectárea.

Paucarima (2007) valoró la respuesta de la variedad PMV – 581 utilizando 3 densidades de siembra y 4 niveles de fertilización, en la Estación Experimental Agraria Canaán Ayacucho. Entre los 77 y 80 días, se presentó la floración masculina y a los 86 y 89 días ocurrió la floración femenina, en tanto que la madurez fisiológica ocurrió a los 166 y 169 días; en tanto a los 187 y 188 días alcanzó la madurez de cosecha. Con el nivel de fertilización NPK 290–160–240, se alcanzó los mayores resultados de longitud y peso de mazorca, diámetro y altura de tallo. Del mismo modo con este nivel se logró el valor más alto de peso de 1000 semillas de primera categoría y el más alto rendimiento conseguido llegó a 5,41 t/ha respecto al resto de tratamientos.

Rodríguez (2007) realizó ensayos con la variedad de maíz morado PMV – 581, para evaluar la aplicación de ácidos húmicos (AH) con 300 l/ha. y el efecto del nivel de fertilización 160N – 80P – 160K kg/ha con 300 l/ha. con un testigo no fertilizado, empleando 3 densidades siembra (55555; 65555 y 75555 plantas por hectárea). Encontró que los mejores rendimientos comerciales de mazorcas, se logró empleando NPK +AH (7293,5 kg/ha), le sigue el tratamiento de NPK alcanzando 7224,5 kg/ha y el testigo (TO) alcanzó un rendimiento de 6109,8 kg/ha.

Cruzado (2008) realizó estudios para evaluar la concentración de antocianinas y el efecto de la fertilización fosforo – potásica sobre los componentes del rendimiento de maíz morado PMV – 581. Se encontró significación estadística entre rendimiento de grano, coronta y mazorca. Los mejores rendimientos se lograron con las dosis 180 – 120 – 90 y 180 – 120 –

120, alcanzando 7.6 y 7.5 toneladas por hectárea de grano respectivamente; 1.6 y 1.5 toneladas por hectárea de coronta y 9.99 y 9.0 toneladas por hectárea de mazorcas. Asimismo, con los mismos niveles de fertilización, se logró valores de 83,50 y 82,75 de intensidad de color respectivamente.

Pinedo (2015) realizó un ensayo en el INIA-Canaán Ayacucho, con el objetivo de evaluar la concentración de pigmentos y la mejor respuesta varietal en el rendimiento. El más alto rendimiento de mazorca alcanzó los 3.67 t/ha. con la variedad INIA – 615 Negro Canaán, el segundo lugar lo ocupó la variedad PMV – 581 logrando 2.78 t/ha. El rendimiento de mazorcas alcanzó 3.69 t/ha. con el nivel de fertilización f3, le siguieron los niveles f4 y f2, no presentando diferencias estadísticas entre ellos. Además, con el nivel de fertilización f2 (120–110–80) se logró la más alta concentración de antocianinas con 2.21 mg/100g resultando estadísticamente similares a los niveles de fertilización f4 y f3.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Generalidades del Cultivo

1.2.1.1. Origen y Distribución

Hace aproximadamente 10,000 años, cuando se inicia la revolución Neolítica en el continente americano, en este periodo se realiza la domesticación de las especies frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), cacao (*Theobroma cacao* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), papa (*Solanum tuberosum* L.), y evidentemente, el maíz (*zea mays* L.) (Segovia, 1997).

Al principal centro de origen del cultivo del maíz se le considera a Mesopotamia (montañas de México y Guatemala) y el centro secundario de diversidad está considerado los Andes centrales (Tapia y Frías, 2007).

Goodman y Wilkes (1995) manifiestan, que el cultivo de maíz fue domesticado en Mesoamérica (México y Guatemala) hace alrededor de 8000 años. El ambiente donde se logró desarrollar los tipos iniciales de maíz ha sido en inviernos secos relevados con veranos lluviosos y a altitudes mayores a los 1500 msnm; estas peculiaridades igualmente detallan la superficie primordial instalada por los parientes más próximos del maíz, el Teocintle (*Zea mays* L. ssp. Mexicana) y el género *Tripsacum* (*Z. mexicana* Schrader Kuntze). El maíz morado data de un origen muy remoto y se siembra en territorio peruano a partir de períodos precolombinos, y que es oriundo de las colinas mexicanas o Centroamérica (Mc Bride citado por Manrique (1997).

El cultivo del maíz es natural del continente americano entre los 3000 y 2500 años a.C.; Caral, ya poseía este recurso perfectamente utilizado en la primera civilización peruana. Pero ocupó significación hace 2250 años en la cual se alistaba la chicha para los actos ceremoniales. En el periodo prehispánico se le dio el nombre de oro, sara o kullisara. El Perú cuenta con distintas áreas de siembra y una diversidad de variedades de maíz en la actualidad. De esta manera aparece el maíz morado, el cual se cultiva en las zonas altoandinas de los territorios peruano y boliviano, presenta una tonalidad de color morado oscuro e intenso y curiosamente, cuando se cultiva en altitudes diferentes entre los 2200 ó 2800 msnm, la tonalidad en la coloración varia, inclusive puede llegar a presentar una coloración amarilla, siendo alterado por el nivel de oxígeno, esto debido a las alturas en la que se cultiva (Silva, 2008).

Manrique (1999), asevera que la multiplicidad del maíz morado procede de la progenie "Kculli", que todavía se siembra en nuestro país. El "Kculli" se hizo el cruce con otros linajes transportando sus tonos propios a las razas procedentes como el San Gerónimo, Arequipeno, Piscoruntu, Huancavelicano, Huayleño, Cusco, e Iqueño.

En nuestro territorio peruano se encuentran distintas variedades de maíz morado (Cuzco Morado, Arequipeño, Morado Mejorado, y Negro Junín Morado Canteño, Negro Canaán y Morado Caráz. No obstante, la que más se vende es el morado Canteño, y esta variedad, tiene buena adaptabilidad a altitudes que oscilan entre los 1800 a 2500 msnm. Comúnmente la inflorescencia acontece dentro de los 110 - 125 días, soporta los daños ocasionados por plagas y tiene una buena adaptación, ya que es oriunda de zonas diversas. Igualmente, le favorece lugares que presentan de 1000 y 2900 msnm, presentando una alta producción de maíz morado; del mismo modo a altitudes de 3000 msnm, se tiene éxito en la producción (INIA, 2007; Risco, 2007).

En el Perú, los lugares que se producen maíz morado son: Arequipa, Ancash, Cajamarca, Ayacucho, Ica, Huánuco, Moquegua, Lambayeque y Lima. La producción de maíz morado ha evidenciado un incremento en sus niveles de producción en nuestro país desde el año 2003, es así que, durante el período 2006 se produjo 10,6 mil toneladas teniendo un incremento anual en promedio de 19,6%. Durante el año 2006 las regiones con las más altas producciones quedaron Lima con 24,2 %, Arequipa con el 21,8 % y Cajamarca alcanzando el 20,6 % (PROYECTO UE-PERU/PENXE, 2007).

La diversidad de variedades del maíz morado que se siembran en nuestro país, se sitúa en la Cordillera de los Andes a altitudes que oscilan desde los 500 a 1200 hasta los 4000 m.s.n.m., en la cual los meses de abril, noviembre y diciembre, son los que presentan la más alta disponibilidad. Productores Incas SAC, es una de las compañías que, concentra a pequeños agricultores de maíz morado, que superan los 380 de las zonas de Lima, Huaraz y Arequipa. Las regiones productoras más importantes son Lima, Arequipa, Huánuco, Cajamarca, Huaraz y las asociaciones de Huanta y Huamanga (Sierra Exportadora, 2012).

El cultivo de maíz, según la variedad, tiene la ventaja de adaptación a diferentes condiciones climáticas de costa y sierra, no obstante, los ambientes óptimos para producir

maíz están los suelos profundos, los cuales van a retener la humedad (textura franca a franco-arcillosa) (Solid Perú, 2007).

1.2.1.2. Clasificación Taxonómica

Takhtajan (1980) clasifica al cultivo de maíz, del modo siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida o Monocotiledónea
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Subfamilia	: Panicoideae
Tribu	: Andropogoneae
Genero	: Zea
Especie	: <i>Zea mays</i> L.
Nombre común	: Maíz morado

1.2.1.3. Descripción Botánica

Los ejemplares propios del maíz negro están situados a altitudes comprendidas entre 1200 a 2800 msnm, presentan los granos de forma redondeada, el pericarpio de coloración púrpura, morado, apretadamente asociados, presentando forma de racimo de uvas. Las mazorcas son cónicas a ovaladas de longitud intermedia, presentando un número de hileras de 8 a 14 en forma de espiral. La coronta tiene una coloración rojiza a púrpura en toda la coronta, la cual abarca a las glumas, la médula y los lemas (Yáñez, 2003).

Se sabe que hay una gran diversidad de variedades de maíz morado y se distinguen por la morfología y longitud de las mazorcas, por el número de hileras/mazorca y por la

coloración que hay en el pericarpio de los granos. La coloración de la planta de maíz, es variable desde verde a morado oscuro; sin embargo, las partes que no varían de color son la lígula de las hojas y de las anteras, es decir presentan siempre el color morado oscuro (Condori, 2006).

1.2.1.4. Morfología de la Planta

Raíz. La planta de maíz tiene sus raíces fasciculadas y muy espaciosas conformado por 3 tipos de raíces: raíces primarias, que son las raíces primordiales que se inician en la corona y las raíces adventicias que aparecen en la última parte de los nudos de la parte basal del tallo, forma parte de las raíces seminales (Llanos, 1984). Las raíces del maíz son fasciculadas y su trabajo es la de contribuir un perfecto sostenimiento al vegetal. En ciertas ocasiones de las raíces adventicias resaltan unos nudos a nivel del suelo (Takhtajan, 1980).

Tallo. Presenta un tallo simple erguido, de eminente prolongación logrando conseguir los cuatro m de longitud, no presenta ramificaciones, es vigoroso. Por la forma que presenta, se parece al del cultivo de caña, si se hace una cortadura transversal, se observa que no tiene entrenudos, pero si una médula esponjosa (Takhtajan, 1980). El tallo muestra una estructura compacta, expuesto verticalmente de un tamaño cambiante entre 0,80 a 2,50 m, y en las zonas que tiene climas cálidos exhiben cuatro metros de longitud y el número de nudos es variable entre ocho a catorce Tocagni (1982). Al mismo tiempo Llanos (1984) manifiesta que los nudos del tallo del maíz se producen de las raíces aéreas y los entrenudos son de tamaño reducido y el espesor del tallo se reduce desde la base hacia la parte superior, con una sección circular hasta la flor masculina en la cual finaliza la planta.

Hojas. Son grandes, alargadas, paralelinervias, alternadas, lanceoladas. Se envuelven alrededor del tallo y exhibe pubescencias en el haz. Los bordes de son agudos e encisos (Tocagni, 1982). El maíz es un cultivo anual, tiene de quince a treinta hojas verdaderas, las cuales emergen de los nudos y presentan una coloración verde agudo (También Llanos, 1984).

Flores. La flor masculina es una inflorescencia que contiene una diversidad de flores diminutas denominadas espículas. La flor femenina es una estructura única y se denomina mazorca y (Risco, 2007). El cultivo de maíz presenta inflorescencia monoica en la cual se hallan separadas en la misma planta las flores masculina y femenina. La inflorescencia masculina exhibe una estructura denominada panícula y rústicamente se le conoce como penacho, posee una coloración amarilla y tiene numerosos granos de polen que va desde veinte a veinticinco millones. Cada florecilla de la panícula da origen a 3 estambres dentro del cual se forma el polen. En la inflorescencia femenina los granos de polen están en menor número, aproximadamente entre 800 o 1000 granos y las estructuras vegetativas en la cual se desarrollan, toman el nombre de espádices, ubicándose lateralmente en el interior (Takhtajan, 1980). La inflorescencia femenina o espiga, se le conoce también como mazorca, la cual nace de ciertas yemas ubicadas en las axilas de las hojas, contiene el eje central denominado coronta, en el cual están insertadas las flores que van a originar a los granos (Tapia y Fries, 2007).

Fruto y semilla. Es una cariósipide, de forma redondeada, presenta un color morado, ubicado en hileras en la mazorca de forma longitudinal (Risco, 2007). El grano del maíz es una cariósipide. La testa rodea la pared del pericarpio u ovario, y las dos conforman la pared del fruto. El fruto maduro presenta 3 partes primordiales: la pared, el embrión diploide y el endospermo triploide. La capa de aleurona es la parte más externa del endospermo, la cual se halla en contacto con la pared del fruto (Takhtajan, 1980).

1.2.1.5. Fases Fenológicas o Desarrollo del Maíz

Emergencia y Establecimiento del Cultivo. La humedad del suelo y la temperatura cumplen un rol extremadamente significativo en la activación de los procesos metabólicos del embrión en la semilla, iniciando la proliferación celular en el punto de crecimiento. En suelos con alto porcentaje de materia orgánica, la germinación se aligera a

una temperatura de 20° a 35°C, la germinación del coleóptilo ocurre en 6 a 8 días, cuando las temperaturas son inferiores a 12°C, se retrasa la germinación por 15 días, además el exceso de agua afecta la germinación por falta de oxígeno (Manrique, 1988).

El maíz transita por cinco trascendentales fases, iniciando con el establecimiento en el campo, hasta llegar al estado de grano semi pastoso (madurez fisiológica).

- Fase de siembra hasta la germinación
- Fase de germinación hasta el aporque
- Fase de aporque hasta la floración
- Fase de floración hasta la fecundación
- Fase de fecundación hasta la madurez fisiológica

Desarrollo del Sistema Foliar y Radicular. Al inicio de la emergencia formación del coleóptilo presentan una coloración blanco amarillento, tornándose prontamente de color verde, esto se debe, a consecuencia de la luz, dando lugar al establecimiento de materia orgánica, almacenada previamente en la parte foliar y en seguida en el tallo, formando la bioenergía de las plantas. Llegado los quince días, el cultivo empieza a desvincularse, consumiendo sus nutrimentos del suelo utilizando sus raíces. La temperatura del suelo, es primordial en las primeras hojas, por su atribución en el ápice vegetativo y el ritmo de aparición de hojas, prontamente, cuando la sexta hoja es perceptible, el ápice vegetativo soporta la incidencia de la temperatura del aire. Posteriormente de la primera raíz surge prontamente un nuevo tipo de raíz que toman el nombre de raíces seminales, las cuales ayudan asimilar nutrientes y agua, así como también la fijación de la plántula. Sin embargo, estas no forman un sistema radicular intacto (Aldrich, 1974).

Desarrollo Reproductivo. En esta fase la humedad, fertilizantes y temperatura cumplen un rol fundamental en la sincronización de la obtención de polen y la aparición de los estigmas. En el cultivo de maíz se evita la autofecundación y los estigmas surgen dentro de los cuatro a diez días posteriores de la antesis.

Cuando hay temperaturas altas y sequías fuertes, el cultivo tiende a aligerar la elaboración de polen y retardar el surgimiento de los estigmas; consecuentemente, para alcanzar una polinización adecuada, es beneficioso contar con el recurso hídrico en esta fase. Durante la floración masculina, el polen se libera comenzando con la flor basal principal y aumenta hacia las divisiones terminal y lateral. La etapa persistente de las flores masculinas dura de cinco a diez días por panícula, según la variedad y el entorno. Se obtiene una inflorescencia femenina cuando los primeros filamentos o estilos se pueden apreciar desde el exterior de la bráctea (López, 1991).

Formación de Grano. Esta etapa tiene dura alrededor de cincuenta días. En este ciclo, todos los fotosintatos que se almacenan en las diversas partes vegetativas de la planta, en específico de las hojas ubicadas en la parte superior, son trasladados al grano del maíz. Durante esta fase los cambios de temperatura, presencia de heladas o escasez del recurso hídrico, dificultan el proceso metabólico normal de conversión de los productos fotosintéticos y luego la falta de elementos de reserva en el grano, provoca una disminución del rendimiento (Manrique, 1988).

1.2.1.6. Exigencias Agroecológicas del Cultivo

Clima. El maíz es una planta que se produce en países calurosos, lo que significa, que necesita de temperaturas elevadas y exceso de iluminación para poder desarrollar un alto proceso fotosintético. Durante la siembra deben presentar temperaturas sobre los 10°C, de preferencia debe ser 15°C. En el periodo de crecimiento activo debe presentar temperaturas

superiores a 25 a 30°C. A temperaturas superiores a los 40°C se presenta un crecimiento anormal de la planta (Manrique, 1997).

El cultivo de maíz morado se adecua a condiciones climáticas variables en costa y sierra peruana, debido a que existen diferentes variedades permitiendo su gran dispersión. En todos los ambientes donde se siembra, su desarrollo y rendimiento se ven beneficiados por un clima seco, con temperaturas templadas a altitudes de 600 a 2500 msnm, correspondientes a cordilleras andinas de los declives del Pacífico y del Atlántico (Sevilla y Valdez, 1985).

El cultivo de maíz morado está adaptado a los ambientes de sierra, que incluye valles, laderas y planicies ubicadas a altitudes de 1,800 a 2,800 msnm, presentando de 12° a 20°C de temperaturas medias anuales y con precipitaciones medias anuales de 500 a 1000 mm (Manrique 1997).

Aldrich y Leng (1974), señalan que los ciclos críticos que indican temperaturas altas o bajas pueden dañar el cultivo. El sobrecalentamiento durante la fertilización es dañino y ocurre durante la fertilización (daño por sobrecalentamiento) y las heladas no deben ocurrir durante el período de maduración.

Generalmente el maíz requiere de climas comparativamente tropicales y una cantidad suficiente del recurso hídrico. Durante el periodo de germinación, al menos debe existir temperatura media diurna mínima de 10°C, y temperaturas óptimas de 18 y 22°C (Bonilla, 2009).

Suelo. El maíz suele desarrollarse en distintas condiciones de suelo. En suelos muy arcillosos y arenosos hay dificultad para el buen crecimiento del cultivo. No obstante, las mejores condiciones se encuentran en suelos con francos (textura media), profundos, productivos, con buen drenaje y con una alta capacidad de retención del agua. Este cultivo, alcanza rendimientos altos cuando se siembra en zonas que muestren pH de 5.5 a 8, sin

embargo, el adecuado pertenece a un pH entre 6 y 7 (acidez baja), un pH fuera de estos niveles tiende a acrecentar o reducir la disponibilidad de ciertos nutrientes, causando carencia o toxicidad. El cultivo de maíz tolera salinidad moderada en el recurso hídrico o en el suelo (Fuentes, 2002).

El cultivo de maíz necesita de un suelo bien preparado y mullido, porque su sistema radicular debe absorber una gran cantidad de nutrimentos en un periodo de tiempo muy corto (cuarenta a sesenta días); consecuentemente, el estiércol, rastrojo y otros deben incorporarse al suelo lo más rápido posible para disfrutar de un trabajo adecuado que promueva la máxima estructura (Sevilla y Valdez, 1985).

Los procesos de transformación bioquímica en materia orgánica fresca, especialmente cuando el contenido de nitrógeno es alto, promueven la formación estacional de cantidades significativas de nitritos altamente tóxicos durante la germinación de las semillas. Por lo tanto, la incorporación al suelo debe anticiparse 50 días antes de comenzar la siembra (Sevilla y Valdez, 1985).

Quispe et. al (2007) manifestaron que, el maíz morado necesita suelos franco-arcillosos con alta capacidad de retener el agua, se adapta a varias condiciones climáticas que se encuentren ubicados en la cordillera de los andes a altitudes que oscilan entre los 1200 y 3000 msnm.

Los lugares apropiados donde producir maíz morado, requiere de tierras profundas que presenten una textura franca a franco-arcilloso que conserven el agua. Una humedad excesiva del suelo, restringe el almacenamiento de pigmentos en la mazorca, por lo tanto, se forma de una manera superior en suelos que presenten un pH de 5 a 8, y una C.E. que oscile entre uno y cuatro Ds/m (Sevilla y Valdez, 1985; Risco, 2007).

Agua. El maíz es una de los cultivos con excelente uso del recurso hídrico ya que para convertir 1 Kg. de materia seca, gasta únicamente 350 Kilogramos. de agua. El recurso hídrico es un componente fundamental para lograr su producción y solo se alcanza los máximos rendimientos cuando se complace toda su petición evapotranspirativa (López, 1991).

Hay una etapa crítica de amplia susceptibilidad a las situaciones de sequía, que se localiza dentro de unos veinte días anterior a la floración masculina y finaliza después de veinte de la polinización, cuando se secan los estigmas. En el transcurso de esta fase la escasez del recurso hídrico, a lo largo de un lapso de catorce días, suele presentar una merma de 60% del rendimiento.

La proporción del recurso hídrico necesario es equivalente a 1,1 veces mayor a la evaporación del suelo del cultivo. Dependiendo de los lugares, estas exigencias varían de 6500 a 8500 m³/ha. El riego representar un gasto mayor al 20% de los costos variables del cultivo (López, 1991).

Cuando el aprovechamiento del recurso hídrico utilizado para riego sea dudoso para que logre el período usual de la floración del cultivo de maíz en un determinado lugar, es preciso proyectar la plantación de variedades que tengan ciclos más cortos, posteriormente de la época que se presentan las heladas. De esta manera, el cultivo habrá sobresalido de la etapa crítica en estado de floración, en el momento que los caudales de riego presenten niveles bajos. El menor rendimiento de estos híbridos en plena cosecha es mayor o igual a los híbridos de ciclo largo, que puedan sufrir sequías catastróficas (Aldrich y Leng, 1974).

Época de Siembra. Debido a la existencia de condiciones climáticas diversas favorables, Sevilla y Valdez (1985) indican que, el maíz se cultiva en cualquier época del año, con dos lapsos óptimas de siembra, en invierno (de abril a agosto) y en verano (de noviembre

a febrero) y la estación más adecuada para cultivar el maíz morado en costa son los meses de mayo a junio (invierno). En zonas ubicadas sobre los 2700 msnm, es recomendable iniciar el cultivo prioritariamente después del 15 de octubre (INIA, 2007).

En lugares agroecológicos situada desde los 1800 a los 2500 msnm, si hay disponibilidad del agua de riego, las siembras se pueden realizar en cualquier época del año; si hay escasez, el sembrío se instala dentro de los meses de agosto y octubre. En lugares ubicados entre los 2500 y 2800 msnm cuando hay disponibilidad de agua, se efectúa la siembra adelantada, y en lugares de secano se pospone teniendo en cuenta el comienzo de las lluvias, comúnmente hasta el mes de octubre (Tapia y Fries, 2007).

El maíz morado se puede cultivar desde altitudes mínimas de 500 m.s.n.m. hasta altitudes máximas de 2500 m.s.n.m., dependiendo de la variedad a utilizarse (ITACAB, 2012).

En cuanto a la temporada de cultivo, para la costa, es desde abril hasta setiembre y en las zonas alto andinas, es en los meses de agosto a octubre (INIA, 2012).

Densidad de Siembra. Generalmente el cultivo de maíz, se instala a una profundidad de cinco cm, y se efectúa en surcos o al voleo. El distanciamiento entre líneas es de 0.8 a 1.0 m y entre golpes, la separación es de 0,35 - 0,40 m, estando en función a la variedad utilizada (Hurtado, 2004).

Para realizar la siembra de maíz morado, se utiliza 2 a 4 semillas en cada golpe y el distanciamiento entre estos de 0.40 m. Además, se realiza siembras a surco corrido colocando 2 semillas cada 0.15 m, alcanzando una población de plantas de 82000/ha (Risco, 2007). Del mismo modo, dicho autor asevera que en la zona de Huanta, el maíz morado se siembra en líneas empleando un distanciamiento entre ellos de 0.70 m, colocando en cada golpe de 2 a 3 semillas, con una separación de 0.40 a 50 m. entre golpes; igualmente, indica que a

densidades altas, consiguen originar excelentes rendimientos, para esto se debe aplicar una adecuada fertilización y buen manejo del cultivo; sin embargo, el riesgo que se puede presentar, es que muchas plantas no produzcan, las mazorcas no alcancen un buen desarrollo, con granos pequeños, perjudicando el precio y la calidad del producto final.

Generalmente para tener éxito en la producción de maíz morado, es necesario contar con un adecuado número de plantas por hectárea y de esta manera conseguir un número apropiado de mazorcas. Demanda sembrar entre surcos a 0.80 m y entre golpes a 50 cm entre golpes, colocando 3 semillas en cada golpe, alcanzando poblaciones de 75,000 plantas/ha. y utilizando 35 a 40 kg de semilla por ha (Requis, 2012). De la misma forma, el INIA (2007) asevera que en la variedad INIA - 615 Negro Canaán, para la siembra, se emplea alrededor de 40 a 45 kg de semilla certificada por hectárea y por golpe se utilizan 2 semillas, y de esta forma se obtiene una población por hectárea de 50,000 plantas.

1.2.1.7. Labores Culturales

Preparación del Terreno. Antes de la siembra, se realiza la preparación del suelo. Inicialmente, se recomienda pasar un arado con grada, con la finalidad de tener un suelo suelto, con capacidad de captar agua sin inundarse. Se busca que el suelo esté esponjoso la capa superficial, en el cual se establecerá la siembra (Sevilla y Valdez, 1985). Igualmente han realizado trabajos con arado de vertedera, dejando 30 a 40 cm de profundidad. Durante el arado los suelos deben limpiarse de residuos vegetales (rastros).

Cuando la preparación del terreno se ha realizado eficientemente, la semilla presenta una mejor germinación y buen enraizamiento del cultivo de maíz morado. Por consiguiente, se efectúa el riego, luego la aradura del terreno y posteriormente el surcado de 0.80 m a 0.90 m de distancia (Risco, 2007). De la misma forma, Catalán (2012) asevera que, la aradura del suelo es importante ya que suaviza el terreno, se produce una aireación, se añade materia

orgánica, controla plagas de insectos en estado de letargo, expone estructuras de enfermedades que se encuentran en el suelo.

Siembra. Llanos (1984) alega que, la temporada de instalación del cultivo, está en función de las situaciones agroclimáticas que se presentan durante el año y la fenología de la variedad. Para lograr una germinación exitosa y tener una uniformidad en la emergencia del maíz morado, el suelo debe estar bien preparado y con humedad suficiente, al momento de realizar la siembra, empleando 10 cm de profundidad como máximo. (INIA, 2007)

Violic et. al (1982) sostiene que, cuando se protege la semilla con pesticidas, debe ser instalada de forma correcta de 5 a 10 cm de profundidad. Con esto se logra que hay buen contacto de la semilla con el suelo húmedo, evitando el secado y garantizando que el coleóptilo no presente problemas para alcanzar a la superficie.

Control de Malezas. El cultivo de maíz presenta problemas en el inicio de su desarrollo, siendo muy perjudicado por la competencia con las malas hierbas, por nutrientes, luz y agua. Según estudios, Según Sevilla y Valdez (1985), los efectos adversos ocurren en los primeros 35 días después de la germinación del maíz. Las malas yerbas que se desarrollan a continuación del aporque no afectan mucho el rendimiento; sin embargo son peligrosas porque albergan muchos insectos (picadores – chupadores) los cuales propagan virus. Para controlarlos, se realiza otros trabajos: labores culturales y utilización de herbicidas. Los iniciales se practican sembrando cultivos superficiales en el momento que las malezas se encuentran poco desarrolladas. Igualmente, el aporcado es una labor muy eficaz para eliminar las malas hierbas. Cuando se utiliza un control químico, lo general es un complemento ya que se realiza posterior de los 30 a 45 días, lo que implicaría ser tarde.

El cultivo de maíz no debe presentar malas hierbas, principalmente los primeros 45 días. La eliminación de las malezas se debe realizar en el momento adecuado para impedir

mermas por competencia. En cuanto al control químico, es recomendable emplear herbicidas selectivos a base de Atrazina (INIA, 2007).

Desahije. Esta labor se realiza con el fin de establecer una población de plantas, se basa en eliminar en cada golpe, las plantas que están demás, dejando en cada golpe las más vigorosas. Se hace en el momento que el cultivo alcance 20 cm de altura aproximadamente, dejando justamente por golpe de 1 de 3 plantas, que están más vigorosas (Sevilla y Valdez, 1985).

Aporque. Es recomendable que sean adecuados y que se realice en dos momentos: El primero en el tiempo que el cultivo alcance 30 cm de longitud y el segundo en el momento que las plantas lleguen a medir 40 a 50 cm de altura, con el propósito de proporcionarle un buen anclaje al cultivo, darle al sistema radicular una apropiada aireación y destrucción de malas hierbas (Boletín INIA, 2007; Requis, 2007). La labor de aporcado es primordial, ya que contribuye a añadir la segunda fertilización nitrogenada, eliminar las malas hierbas, da oxigenación al suelo, permite contrarrestar las plagas y lo más significativo es dar anclaje a las plantas con el fin de impedir el acame inducido por los fuertes vientos y la propia planta de maíz (Catalán, 2012).

Fertilización. De los 16 elementos diferentes que utiliza la planta de maíz, sólo 3 son ineludibles en cantidades suficientemente grandiosas: el N, P y K, cuando estos elementos no son incorporados, se produce un bajo rendimiento del cultivo, sin embargo, cuando hay deficiencia del azufre y algunos micro elementos como el zinc y el magnesio tienden a limitar la producción en determinados lugares (García, 2013).

El cultivo de maíz morado requiere de dosis altas de NPK (586- 220- 100 kg/ha de N-P-K), magnesio y calcio, así como también de otros nutrientes (Risco, 2007).

El aumento rápido de rendimiento unitario se obtiene con el uso de fertilizantes. La dosis adecuada de fertilizantes, está influenciado por el tipo de suelo, de su fertilidad y de la población de plantas (Jaulis, 2010).

Condori (2006), sustenta que el cultivo de maíz, para que tenga buen vigor, requiere de dosis altas de Potasio, ya que este posee un elevado efecto en la calidad del cultivo repercutiendo en componentes como el número de granos por mazorca el aumento de peso de cada grano en el cultivo de maíz.

Los nutrientes importantes requeridos para los cultivos de maíz morado se basan en recomendaciones de análisis de suelo previo a la siembra. De acuerdo con la fertilidad del suelo en el área, se deben mezclar al menos 5 toneladas por hectárea de estiércol descompuesto o 10 bolsas de guano de isla por hectárea; esto garantiza lograr rendimientos de más de 5 toneladas por hectárea. La dosis recomendada de NPK es de 120-90-60 kg/ha (INIA, 2007).

Cosecha. Con esta labor termina el proceso productivo del maíz, que se basa en la cosecha de las panojas, extrayéndolas del tallo y luego quitando la cubierta o “panca”. Para realizar la cosecha se debe tener en cuenta, que la humedad de esta esté alrededor del 30% (Sevilla y Valdez, 1985).

La labor de cosecha se ejecuta al momento que las plantas exhiben las hojas secas, por encima del 70%, mucho mejor si estas alcanzan el 100%. El corte se recomienda ejecutarse cuando hay de 20 a 25% de humedad en el grano o en el momento en que presente una capa de color marrón o negro en la parte basal del casquete (Catalán, 2012).

En determinados lugares, la labor de cosecha se efectúa cortando la planta completa y dejándola por un lapso de tiempo, junto con la mazorca, para que se produzca el secado, y a continuación separar la panca de la mazorca (Sevilla y Valdez, 1985).

Manrique (1997) indica que la labor de cosecha se da al final de la fase del cultivo de maíz y su ocasión es muy importante, ya que admite lograr un producto de buena calidad, y también evitar las pérdidas de mazorcas cuando las cosechas son tardías.

Secado. Después de la cosecha del maíz morado, las mazorcas son colocadas en tendales o eras, con la finalidad que sequen naturalmente a consecuencia del viento y la irradiación. Este es un método antiguo y tiene una duración versátil, dependiendo de las condiciones medioambientales. Concluye al momento que la humedad del grano oscila alrededor del 12% (Sevilla y Valdez, 1985).

Al momento de la cosecha, no se efectúa la labor de desgrano en el maíz morado; con el secado concluyen todos los procedimientos en el cultivo, dando lugar en seguida el almacenaje y comercialización. Para proteger y conservar el atributo del pigmento, principalmente de la coronta, el secado tiene que darse en corto tiempo, de esta forma se evita la invasión de hongos como *Pinicillium* spp. Las mazorcas hay que extenderlas en capas por debajo de los 25 cm, debido a que contienen una alta humedad, se debe voltear continuamente hasta que el grano llegue a tener 14% de humedad (Requis, 2012).

Almacenamiento. Las mazorcas, granos, y la semilla, deben tener alrededor del 14% de humedad para ser almacenados, los ambientes deben estar seguros, secos, limpios y deben desinfestarse con la finalidad de impedir la invasión de hongos, roedores, insectos y otros artrópodos (INIA, 2010).

1.2.2. Razas de Maíz Morado

En el Banco de Germoplasma del Programa Cooperativo de Investigación de Maíz (PCIM) se encuentran protegidos toda la variabilidad de maíces y entre ellos, se encuentran 55 grupos raciales (Manrique 1997):

Razas Primitivas. se cuenta con 5; de las cuales cuatro se encuentran en la sierra (Confite Puntiagudo, Confite Morocho, Confite Puneño y Kully) y una sola en la selva (Enano).

Razas Derivadas de las Primeras. Se cuenta con veinte; 6 están en la Costa (Alazán, Mochero, Rabo de Zorro, Pagaladroga, Iqueño y Chapareño); en Sierra se encuentran 12 (Huayleño, Paro, Chullpi, Huancabelicano, Morocho, Shajatu, Ancashino, Cuzco Blanco, Cuzco Cristalino Amarillo, Piscorunto, Uchuquila, y Granda); y 2 en la selva (Sabanero y Piricinco).

Razas de Segunda Derivación. se cuenta con 10; en costa hay 4 (Chancayano, Rienda, Perla, Huachano,); en sierra hay 4 (Huancavelicano, Cuzco Gigante, San Gerónimo, Arequipeño,); y en selva 2 (Marañon, Chimlos).

Razas Introducidas. se cuenta con 6; en Costa tres (Colorado, Arizona, Pardo,); tres en selva (Cuban Yellow, Alemán, Chuncho,).

Razas Incipientes. se cuenta con 12; en Costa cinco (Jora, Coruca, Morochillo, Chancayano Amarillo, Tumbesino); siete en Sierra (Cajabambino, Morocho Morado Canteño, Allajara, Amarillo Huancabamba, Huanuqueño, Huarmaca,).

Razas no Definidas. se cuenta con 2; 1 en Selva (Perlilla), uno en Sierra (Sarco).

En territorio peruano se han registrado 55 razas de maíz en total. La raza viene hacer un agregado de poblaciones de una raza que presentan usualmente con caracteres fisiológicos, morfológicos, y usos concretos. No obstante, estas particularidades específicas no tienen aptitud para fundar una sub-especie distinta; la categorización en razas se aplica a razas que son sembradas. Son consideradas como patrimonio cultural de los pueblos, las razas de maíz, tales como sus creencias, costumbres, su idioma, y su música (Oscanoa y Sevilla, 2010).

Desde otro punto de vista Serratos (2012) realizó colecciones de razas de maíces relacionadas en América y comprobó que, en nuestro territorio peruano, hay 66 razas registradas

La sierra peruana es considerada una de las zonas que presenta una alta multiplicidad de razas de maíces a nivel mundial. Solamente en la serranía existen unas veintiséis razas diferentes; entre las más sembradas se encuentran: Huancavelicano, San Gerónimo en las regiones de Ayacucho, Huancavelica, Junín y Apurímac; Cusco Gigante, Cusco Cristalino Amarillo en en las regiones de Cusco y Apurímac; Raza Cusco se encuentra en casi toda la serranía desde la región Cajamarca hasta Cusco; Morocho en Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Huancavelica y. Dichas razas en su totalidad son destinadas para ser consumidas como choclo y mote. Existen usos más específicos de las razas, por ejemplo; Huayleño, Chulpy, Ancashino, Piscorunto y Paro son destinados solamente para cancha; Confite Morocho y Confite Puntigrúo son razas de maíz reventón; la raza Kculli (Morado) se utiliza en la elaboración de chicha morada. Las razas de la región Cajamarca, la sierra de La Libertad y Piura son más peculiares, utilizándose especialmente como mote, cancha o en la elaboración de harina de maíz o chochoca (MINAGRI, 2012).

1.2.3. Variedades de Maíz Morado

En las variedades de maíz morado, se encuentra una alta diversidad, las cuales se originaron de un ancestro llamado “Kculli” que en territorio peruano aún se siguen sembrando. Las formas más distintivas quedan cerca de extinción. Kculli, es una raza arcaica, y se han encontrado en sitios arqueológicos de la costa de Ica, Paracas, Nazca, etc., con mazorcas distintivas, y se estima que tienen alrededor de 2500 años de antigüedad. Asimismo, se hallan mazorcas estampadas, que tienen particularidades en la cerámica Mochica, típicas de la raza (Sevilla y Valdez, 1985).

En nuestro país se encuentran una diversidad de variedades de maíz morado como: Arequipeño, Morado Mejorado, Cuzco Morado, Morado Canteño, Morado Caraz, y Negro Junín; no obstante, la que más se comercializa es el morado Canteño. Esta variedad de maíz lleva dentro el pigmento conocido como antocianina- cianidina-3 β -glucosa, hallándose en alta concentración en la tusa y en el pericarpio del grano de maíz se encuentra en baja concentración (Solid Perú, 2007).

En América del Sur, en la cual son más comunes, se localiza el Kculli de Bolivia, que son muy similares a los de Perú, ya sea en la forma de la planta así, como también de la mazorca, la concentración de pigmentos; el Negrito chileno, presenta mazorcas pequeñas y los granos son esbeltos, sin embargo el número de estos es mayor; el Kculli argentino presentan mazorcas más desarrolladas distinguiéndose de otras razas semejantes de América del Sur, porque sus granos presentan una consistencia más dura (Justiniano, 2010).

Sevilla y Valdez (1985) menciona que hay una diversidad de variedades de maíz morado disponibles en territorio peruano. En seguida, se muestran las variedades tradicionales más importantes y conocidas.

Cuzco Morado. Vinculado a la raza Cuzco gigante. Es una variedad de ciclo vegetativo largo, las mazorcas contienen hileras muy bien definidas y de granos grandes. Se siembran en altitudes medias en las regiones de Apurímac y Cusco.

Morado Canteño. Es una variedad más precoz. Procedente de la raza Cuzco, Muestra mazorcas con rasgos muy parecidos a la raza Cuzco Morado, pero de tamaños inferiores. Se siembra en diversos lugares de la serranía peruana, fundamentalmente en las alturas de la región Lima (valle del Chillón), incluso a altitudes de 2,500 msnm. Es la variedad con mayor consumo en el mercado limeño.

Morado de Caraz. Obtenida de las razas Alazán y Ancashino. Adopta esta nominación ya que se siembra en la zona de Caraz, ubicado en el Callejón de Huaylas, en zonas respectivamente extensas. Tiene un tamaño menor que las variedades originarias del Cuzco. Es semi - precoz y posee la primacía de adaptación a la zona costera. Es una de las variedades que muestra una mayor capacidad de rendimiento dentro de las variedades tradicionales y es la que presenta alta concentración de antocianina en la coronta.

Arequipeño. Se adapta a las altitudes de la región arequipeña, es una variedad que muestra granos morados, los cuales están dispuestos en la mazorca en hileras regulares. La morfología de la mazorca es parecida al Cuzco, pero de menor tamaño. La intensidad de color de la coronta es menor que otras variedades; sin embargo, en la colección que se realizó en Arequipa se ha encontrado una alta variabilidad para esta característica, por lo tanto, se puede hacer un mejoramiento. Tiene más precocidad que las variedades mencionadas anteriormente.

Negro de Junín. Tiene granos grandes, de coloración negra, los cuales están dispuestos irregularmente en la mazorca que tiene tamaño pequeño y presenta forma redondeada. Es una variedad considerada precoz.

Huancavelicano. Esta variedad ocupa mayores altitudes que las otras, en el centro y sur de la sierra peruana, hasta la región Arequipa.

1.2.4. Variedades Mejoradas de Maíz Morado

PMV – 581. Es una variedad mejorada por la UNALM, y es la única que se produce actualmente, fue desarrollada a través de la variedad Morado de Caraz, la cual se adapta a sierra baja y costa. Es resistente a Cercospora y Roya. Tiene un periodo vegetativo intermedio, las mazorcas presentan tamaño medianas de 15 - 20 cm de longitud, de forma alargadas y con pigmentación alta. Su potencial de rendimiento alcanza las 6t/ha (Manrique, 1997).

PMV – 582. Es otra de las variedades que ha sido mejorada por la UNALM, tiene una adaptación a la parte alta de la sierra, la planta es de porte bajo a intermedio, las mazorcas poseen son de longitud mediana, tienen un alto contenido de pigmentos. Su rendimiento llega a las 4t/ha (Manrique, 1997).

INIA – 615 (Negro Canaán). Esta variedad ha sido mejorada por el INIA, por el método de selección recurrente de medios hermanos a partir de 36 colecciones de cultivares de la raza Kulli, este trabajo se realizó en el transcurso de 9 ciclos. Los progenitores femeninos que se emplearon en este mejoramiento, fueron las razas originales Negro Kully y Morado; mientras que los progenitores masculinos fueron una mezcla balanceada de 3 razas (Negro, Kully y Morado), (INIA, 2007). Esta variedad se adapta magníficamente a los ambientes de la Sierra, comprendidos entre los 2,000 a 3,000 metros de altitud (Requis, 2007).

INIA – 601 (INIA Negro Cajamarca). La variedad fue desarrollada en la región Cajamarca en la subestación experimental INIA Cajabamba. La población “NEGRO” estuvo compuesta por 256 descendientes: 108 de la raza Morado Caráz y 148 de la raza local Negro de Parubamba (Abanto et al., 2014).

1.2.5. Características Genéticas de Maíz Morado

Sevilla y Valdés (1985) mencionan que existen muchos cultivares de maíz morado que difieren en longitud y forma de mazorca, número de hileras de 8 a 12, longitud, forma y pigmentación. Del pericarpio y otras características morfológicas.

La pigmentación de las plantas varía de verde a púrpura oscuro, pero la lígula de las hojas y los estambres son constantes y de color oscuro continuamente. El color morado que muestran las plantas, tusas y capa exterior de los granos de maíz indígena son consecuencias de la complicada labor ejecutada por muchos genes situados en cromosomas diversos, dando

como derivación la integración de distintos colores antociánicos, los cuales, al ser combinados constituyen el morado (composición de matices rojos y azules).

La pigmentación puede transmitirse de una generación a otra, si se establecen siembras en parcelas aisladas, semillas procedentes de maíces que muestran la pigmentación púrpura, igual que la mazorca o las glumas, y en específico la parte interna de las corontas y los granos que presentan una coloración morado fuerte.

La diferencia notable que presenta el maíz negro en relación al morado, es que muestran una tonalidad casi blanca y no violáceo intenso en el interior de las corontas. Las partes de la mazorca del maíz morado lo componen los granos y el marlo, a razón de 80 y 20% en promedio. El primordial beneficio es debido a su atributo tintórea, cuya aptitud de pigmentación se localiza en el marlo, en la cual es más abundante (Lavado et al., 2013).

1.2.6. Usos

De acuerdo a los antecedentes recopilados por muchos narradores, el maíz morado fue utilizado para la nutrición como bebida, obteniéndose la "chicha", que es un líquido fermentado. La utilización de su esencia padeció una alteración a lo largo del tiempo, durante la época colonial por predominio de la repostería española y la delicadeza de las amas de casa criollas surgió la chicha morada y mazamorra, que poseían los aromas más distinguidos, (Fernández, 1995).

Arias (1958) planteó el uso del grano del maíz en la obtención de almidón, debido su abundancia de este, o también en la elaboración de jora. En la actualidad el maíz morado se utiliza domésticamente, como pigmento nativo y saborizante de licores y en la preparación de otros alimentos como la mazamorra morada. En la manufactura, con la finalidad de lograr colorantes, se aprovecha exclusivamente la tusa o coronta por el alto contenido de

antocianinas; no obstante, también se consigue utilizar el grano en la elaboración de almidones y/o derivados o en la producción de alimentos balanceados para animales.

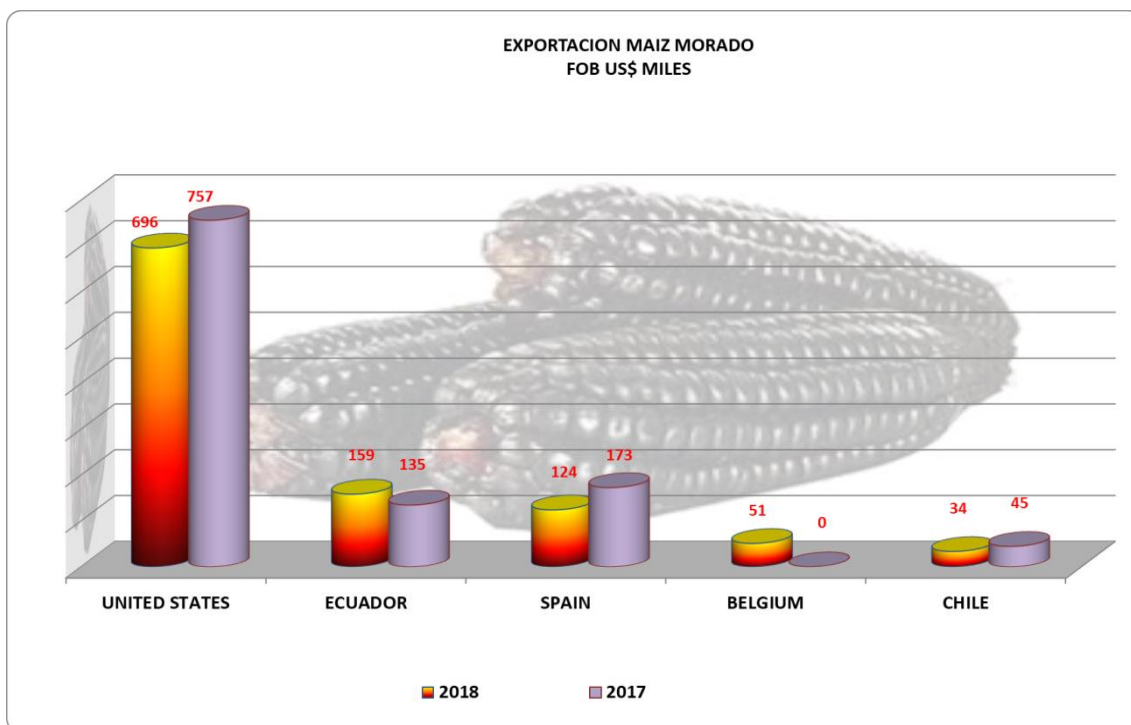
Tiene fitonutrientes (o fotoquímicos), las cuales son compuestos químicos o como la luteína, los flavonoides, antocianinas, sulfurorafanos, terpenos, etc. Estos compuestos se distinguen de las vitaminas y minerales ya que no poseen valor alimenticio, no obstante, funcionan como antioxidantes, preservando al ADN celular de los impactos perjudiciales oxidativos de los radicales libres e impidiendo alteraciones que dan origen a enfermedades cancerígenas (Justiniano, 2010).

1.2.7. Exportación de Maíz Morado

El territorio peruano tiene ambientes geográficos y climáticos favorables para la siembra de este cultivo, factores que lo convierten en un proveedor único en nuestro país y que se perfecciona a la exportación, por presentar propiedades beneficiosas. Con una planificación agrícola favorable, la exportación de este cultivo y sus derivados tiene potencial de desarrollo positivo a mediano plazo, además de mantener nutrientes y propiedades beneficiosas para la salud humana (Chichizola et al., 2007).

Figura 1

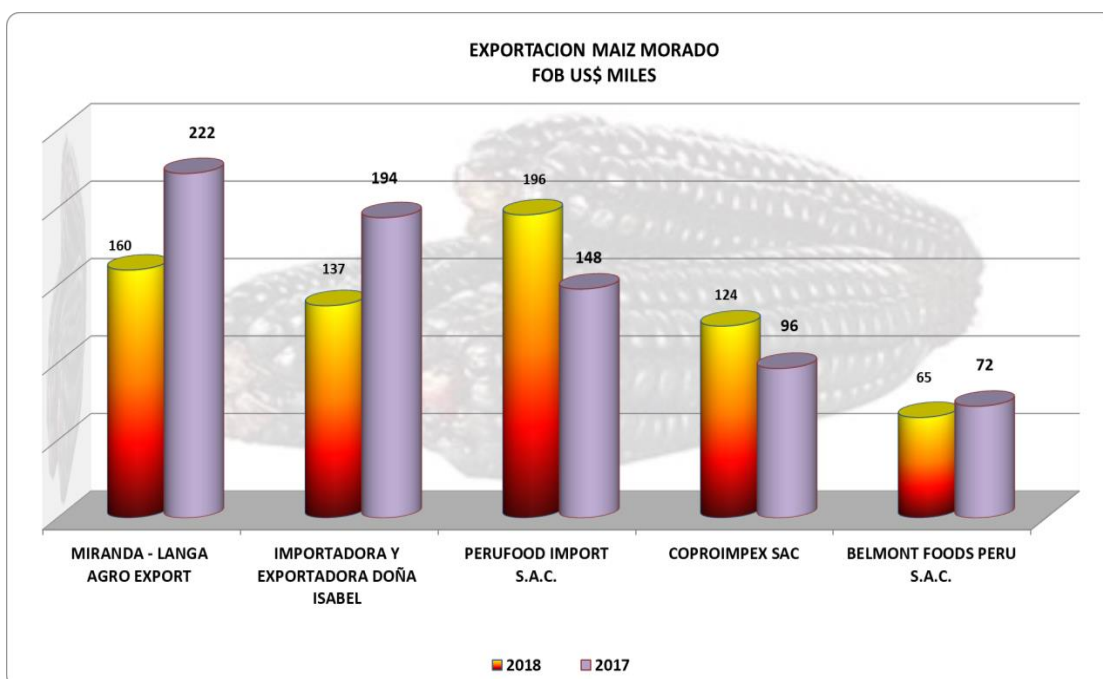
Principales países de destino de exportación de maíz morado



Nota. Fuente, SUNAT

Figura 2

Principales exportadoras de maíz morado



Nota. Fuente, SUNAT

Capítulo II. Metodología

2.1. Área Experimental

2.1.1. Ubicación Geográfica

El presente experimento se estableció en el Caserío Valle Conday, ubicada en el Distrito y Provincia de Cutervo, Departamento de Cajamarca. Las actividades en campo se desarrollaron entre los meses de enero - agosto del 2018.

2.1.2. Ubicación del Caserío Valle Conda

Ubigeo : 0606010055
Latitud Sur : 6° 23' 35.2" S (-6.39310865000)
Latitud Oeste : 78° 49' 42.8" W (-78.82856765000)
Altitud : 2578 m.s.n.m.

2.1.3. Coordenadas de Posición del Experimento

Sur : 6° 22' 56''
Oeste : 78° 50' 8''
Altitud: 2623 m.s.n.m.

2.2. Suelo

El suelo presenta una textura Franca de alta retención de humedad, como se expresa en su Alta Saturación; con bajos niveles de salinidad y de sodio intercambiable, caracterizando a las muestras de Normal. La reacción es moderadamente ácida. La fertilidad natural con deficiencias de fósforo, potasio, magnesio calcio, elementos menores. El nivel de materia orgánica y CIC son de carácter medio alto (Figura 3)

Figura 3*Resultados del análisis químico de suelo*

	Extracto saturado									
Muestras	pH	C. elec	M.O	P	K	Calcar.	Texturas (%)			
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%	Ao.	Lo	Ar	Tipo suelo
M-1	5.80	1.90	3.87	7.20	327	0.47	42	32	26	Franca
M-2	5.50	1.60	3.56	6.80	312	0.42	44	34	22	Franca

Muestras	% de	C. elec	Sodio Intercamb.	CIC	PSI	Tipo de Suelo	Yeso Agrícola
	Saturac.	mhos/cm	meq/100 grs	meq/100 grs	%		tons/ha/año
M-1	46.23	1.90	0.327	20.56	1.59	Normal	0.65
M-2	42.67	1.60	0.287	18.45	1.56	Normal	0.55

2.3. Clima

En Tabla 1, se observa que, durante el desarrollo del trabajo de investigación, hubo una variación de temperatura entre 5.79 °C y 21.81 °C, la temperatura mínima se presentó en junio y la máxima en el mes de febrero. La humedad relativa estuvo entre 47.0 % y 64.0 %, alcanzando la mínima durante el mes de junio y la máxima en el mes de marzo. La precipitación pluvial acumulada fue de 499.6 mm, registrándose la máxima con 128.36 mm en el mes de febrero y la mínima en el mes de Julio con 1.39 mm. En cuanto a la velocidad del viento hubo una variación entre 1.84 y 3.97 m/s, presentándose en el mes de julio la máxima y en el mes de mayo la mínima.

Tabla 1

Condiciones climatológicas registradas en la estación Augusto Weberbauer - Cajamarca - SENAMHI, de enero hasta julio 2018.

MES	T° MÁXIMA °C	T° MÍNIMA °C	HUMEDAD RELATIVA %	PRECIPITACIÓN mm	VELOCIDAD DEL VIENTO m/s
Enero	21.16	9.30	59.3	106.10	2.23
Febrero	21.81	9.33	61.7	128.36	2.18
Marzo	20.95	10.30	64.0	119.78	2.19
Abril	21.06	9.00	60.7	74.68	3.00
Mayo	21.18	8.30	62.7	55.83	1.84
Junio	21.28	5.79	47.0	13.46	2.80
Julio	21.24	9.19	49.7	1.39	3.97

Nota. Los datos obtenidos de la Estación Hidrometeorológica Augusto Weberbauer -Senamhi - Cajamarca.

2.4. Materiales

2.4.1. Características del Material Genético

En el desarrollo del trabajo de investigación se utilizaron semillas mejoradas de maíz morado de las siguientes variedades: INIA – 601, INIA – 615, Morado Mejorado, Canteño, UNC – 47 y PMV – 581:

Variedad PMV – 581. Esta variedad fue mejorada por la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se adapta a una altitud de 800 a 2,000 msnm. Su particularidad primordial es que la coronta es totalmente morada la parte interna. Su periodo vegetativo alcanza los 7 a 8 meses (precocidad intermedia), tiene tallos de color morado, los cuales alcanzan una altura entre 2,00 a 2,40 m y la floración se presenta durante 100 a 120 días después de la realización de la siembra. Origina 1 o 2 mazorcas entre 12 a 20 cm de longitud, las cuales están insertadas en la parte media del tallo. Alcanzó 8 toneladas por hectárea de rendimiento (Condori, 2006).

Variedad INIA 615 – Negro Canaán. Esta variedad fue mejorada a partir de 36 colecciones de la raza Kulli las cuales fueron colectadas durante el año 1990, el método de

mejoramiento fue por selección recurrente de medios hermanos en el transcurso de 9 ciclos. Su adaptación se da desde los 2,000 hasta los 3,000 metros de altitud (valles interandinos de la sierra). Presenta un periodo vegetativo intermedio de 5 a 6 meses. Tiene una altura de planta de 2.28 metros y la floración femenina acontece a los 84 a 93 días posteriores a la siembra (Requis, 2012).

Variedad INIA – 601 (INIA NEGRO). Se originó en la Sub Estación Experimental de Cajabamba durante el año 1990. La población “NEGRO” se constituyó con 256 progenies, de los cuales 108 fueron provenientes de Morado de Caraz y 148 progenies resultantes de la Variedad local Negro de Parubamba.

Canteño. Esta variedad fue producida de la raza Cuzco. Tiene alta precocidad y se siembra en diferentes zonas de la serranía peruana, principalmente en el valle del Chillón en la región Lima, hasta una altitud de 2 500. Esta variedad es la más consumida en el mercado limeño (Sevilla y Valdez 1985), tiene buena adaptación a altitudes de 1800 a 2500 msnm.

Maíz morado Mejorado. Variedad experimental del INIA, su adaptación se da en la sierra peruana.

UNC – 47. Esta variedad fue obtenida por la Universidad Nacional de Cajamarca, se conoce con el nombre de “Grone”.

2.4.2. Características de los Fertilizantes

Para realizar este estudio en campo, se utilizaron las siguientes fuentes de fertilización:

Urea	:	46% N (granulado)
Fosfato Diamónico (FDA)	:	18% N y 46% P ₂ O ₅
Sulfato de Potasio	:	50% K ₂ O y 18% S

2.4.3. Otros Materiales

- En la delimitación del terreno experimental: Wincha, cordeles, yeso, estacas y croquis del campo.
- Para anotar datos en campo: lapicero, libreta de apuntes, cámara fotográfica.
- Para la cosecha: Vernier, balanza analítica, calculadora, cuchillas, costales limpios y mantas para el secado.
- Además, se utilizó: regla, carteles de madera, engrapador, pesticidas, mochila de fumigación aceite comestible, etc.

2.5. Metodología

2.5.1. Factores en Estudio

En el Tabla 2, se muestra las variedades empleados en el experimento.

Tabla 2

Variedades en estudio

CLAVE	VARIEDAD
01	INIA - 601
02	CANTEÑO
03	Morado Mejorado
04	UNC – 47
05	INIA – 615 (Negro Canaán)
06	PMV – 581 (UNALM)

2.5.2. Tratamientos del Experimento

Se trabajó con 6 variedades de maíz morado distribuidos en tres repeticiones o bloques (Tabla 3)

Tabla 3

Distribución de tratamientos en estudio

CLAVE	TRATAMIENTO	BLOQUES		
		I	II	III
01	INIA – 601	101	204	305
02	CANTEÑO	102	205	303
03	Morado Mejorado	103	201	302
04	UNC – 47	104	206	301
05	INIA – 615 (Negro Canaán)	105	202	306
06	PMV – 581 (UNALM)	106	203	304

Nota. En la Tabla 3 se muestran las variedades utilizadas y su distribución en campo

2.5.3. Características del Campo Experimental

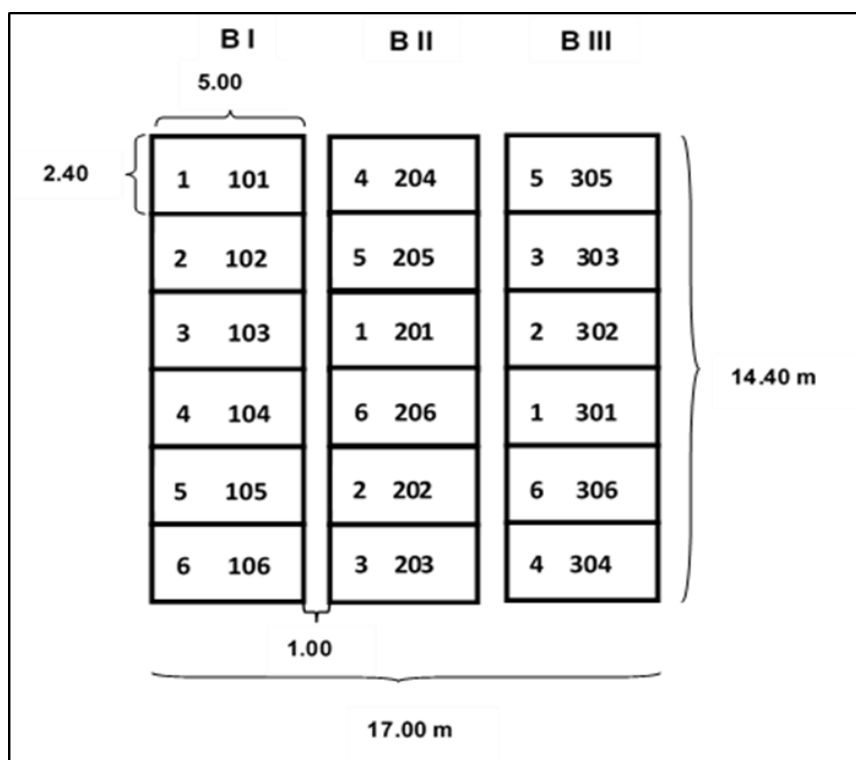
En un área total de 244.80 m² se estableció 3 bloques los cuales estuvieron separados por 1.00 m de ancho de calle. Se establecieron seis parcelas por cada bloque, obteniendo un total de 18 parcelas de los tres bloques, cada una con una medida de 5.00 m de largo por 2.40 m de ancho, haciendo un total de 12 m² de área por parcela.

Cada muestra constó de tres surcos con 0,80 m entre surcos y 0,50 m entre plantas de distancia. Se obtuvo 10 golpes por surco y 30 golpes por unidad experimental.

Se utilizó cuatro semillas en cada golpe más adelante, se hizo el desahijé en la cual se dejaron 2 plantas, las más vigorosas por cada golpe, y la población de plantas por hectárea fue de 50000.

Figura 4

Croquis del campo experimental



Nota. Esta figura muestra los tratamientos distribuidos en el área experimental

2.5.4. Diseño del Experimento

Se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), utilizando seis tratamientos 3 bloques o repeticiones.

2.5.5. Análisis Estadístico

Los datos fueron sometidos a un ANAVA y diseño de bloques completamente al azar, y la significación de la comparación se determinó mediante la prueba de "F" utilizando la prueba de comparación de Tukey con un nivel de significancia estadística de 0.05 para determinar la diferencia entre los tratamientos estudiados.

El Modelo Aditivo Lineal empleado fue el siguiente;

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

$$Y_{ij} = \text{Observación de la repetición } i \text{ en el } j \text{ tratamiento}$$

i	=	1, 2,....., b (repeticiones)
j	=	1, 2,....., t (tratamientos)
μ	=	Media general
β_i	=	Efecto de la repetición i
T_j	=	Efecto del tratamiento j, en la repetición i
E_{ij}	=	Error Experimental

Tabla 4

Análisis de Variancia (ANAVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 5%	F.T. 1%	SIG.
Repeticiones							
Tratamientos							
Error(a)							
TOTAL							

2.5.6. Instalación y Manejo del Experimento

En el transcurso de este trabajo de investigación se han llevado a cabo las siguientes labores:

2.5.6.1. Obtención de semilla

El material genético empleadas en el trabajo de investigación, cinco fueron proporcionadas por la EEA INIA – Baños del Inca - Cajamarca (MORADO MEJORADO, INIA – 601, CANTEÑO, INIA – 601 y UNC – 47 e) y una fue facilitada por la UNALM - Lima (PMV – 581).

2.5.6.2. Muestreo del suelo

Esta labor consistió en sacar 12 sub muestras, 6 para cada muestra compuesta (en total dos muestras compuestas), éstas sub muestras se obtuvieron a 30 cm de profundidad, en

seguida se realizó la mezcla (cada seis submuestras) para constituir dos muestras compuestas de un kg. de peso cada una. Luego, estas se remitieron al laboratorio del INIA - EEA Vista Florida - Chiclayo, para el respectivo análisis físico – químico.

2.5.6.3. Preparación del terreno

Antes de la siembra, se procedió a realizar la aradura y cruza del terreno con yunta dejando el suelo bien mullido, luego se hizo una nivelación del terreno utilizando rastrillos, quedando el área listo y apto para la siembra.

2.5.6.4. Tratamiento de la Semilla

Con la finalidad de proteger la semilla de hongos y gusanos de tierra se procedió a realizar el tratamiento de la semilla de maíz con fungicida (Flutolanil 100 gr/kg + Captan 640 gr/kg) e insecticida (Acephate 750 g/kg) antes de la siembra. Luego de aplicar y mezclar dicho tratamiento con la semilla, se extendió sobre una manta plástica por un periodo de tres horas.

2.5.6.5. Trazado del Campo Experimental

Se procedió a trazar y demarcar el área del experimento utilizando estacas de madera, yeso, wincha, cordel, trazando las calles, bloques y parcelas, concorde a las características que se muestra en el croquis del trabajo experimental.

2.5.6.6. Siembra

La distancia entre fue de 0,80 m, y entre golpes de 0,50 m; en cada golpe fueron enterrados 4 semillas, a una profundidad de siembra es de 5 cm Estas tareas se realizan empleando herramientas manuales.

2.5.6.7. Desahije

Consistió en eliminar plantas, esta labor se realizó de forma paralela con el primer deshiero (primer aporque), al momento que las plantas presentaban 0.20 a 0.25 m de altura,

en cada golpe se dejaron 2 plantas, con mejor vigor, asegurando así tener una población de 50,000 plantas/ha, esta actividad se efectuó a 40 días después de la siembra.

2.5.6.8. Abonamiento

Se utilizó Urea (46% de N), Fosfato Diamónico (46% P₂O₅) y Sulfato de Potasio (50% de K₂O) como fuentes de NPK. Se realizó en dos etapas, el primero a los 25 días y el segundo al momento del aporque (70 días después de la siembra); en la primera fertilización, se aplicó el 50% de la úrea y el 100% del fosfato diamónico y el sulfato de potasio, luego en la segunda fertilización se añadió el 50% de la úrea restante, siendo la dosis de fertilización 140 – 100 – 140 Kg. de NPK por hectárea.

La aplicación del fertilizante se hizo de forma manual, realizando hoyos para el primer abonamiento a 10 cm. de distancia desde la base del tallo a ambos lados de la planta, y para el segundo abonamiento la distancia fue de 15 cm con el mismo método.

2.5.6.9. Riegos

No se realizó ningún riego complementario. La plantación de maíz estuvo sujeto a la presencia de lluvias de temporada (riego de secano).

2.5.6.10. Control de malezas

Se efectuó aplicando un herbicida pre emergente (atrazina 2 lts/ha.), posteriormente se complementó con las dos labores de aporque.

2.5.6.11. Aporque

Se realizó en dos oportunidades, el primero se efectuó a los 40 días después de la siembra y el segundo a los 70 días después de la siembra, con el segundo abonamiento; esta tarea consistió en colocar suelo con la lampa alrededor de la planta para brindarle un mayor soporte al cultivo, evitando así el acame producido, por el viento y lluvias que se presentan en

la zona, asimismo, darles mejor anclaje a las raíces, airear el suelo y controlar malezas remanentes.

2.5.6.12. Control de Plagas y Enfermedades

Los insectos y enfermedades presentes esporádicamente durante el ciclo vegetativo del maíz, se detallan a continuación:

Gusano se tierra (*Agrotis spp.*), se presentó durante los primeros 25 – 30 días; el cual fue controlado con clorpyrifos a una dosis de 1 litros/ha

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), los que fueron controlados con clorpyrifos a una dosis de 0.75 lts/ha. Este insecto fue el principal comedor de follaje durante los 25 – 90 días de instalado el cultivo.

Gusano de la mazorca (*Heliothis zea*), se hicieron tres aplicaciones con aceite comestible, la primera a los 10 días después de emitida la flor femenina, la segunda y tercera aplicación a los 15 y 30 días respectivamente.

Enfermedades. Se presentó una baja incidencia de enfermedades. La Roya común (*Puccinia sorghi*) fue la más importante, durante el llenado de grano, pero no afectó el rendimiento del cultivo.

2.5.6.13. Cosecha

Esta labor se realizó alrededor de los 189 días posteriores a la realización de la siembra, en una sola etapa, al momento en que la totalidad de los tratamientos alcanzaron la madurez fisiológica. Se realizó manualmente, recolectando todas las mazorcas de los tres surcos de cada unidad experimental por separado, utilizando sacos y otros materiales para el despanque.

2.5.7. Variables Evaluadas en el Experimento

2.5.7.1. Evaluación de variables biométricas

Emergencia. Esta etapa se evaluó cuando los coleóptilos fueron visible sen el 50% de la población de plantas por encima del suelo (15 días después de la siembra).

Días a la floración masculina. Se anotó los días acontecidos desde el inicio de la siembra, hasta que el 50% de la población de plantas en cada unidad experimental presentaron inflorescencias masculinas o panojas.

Días a la floración femenina. Para estimar esta medida se registró el número de días desde la siembra hasta que el 50 % de plantas comiencen a mostrar sus estigmas.

Altura de planta. Se seleccionó al azar diez plantas del surco central de cada unidad experimental, y en cada planta se tomaron medidas desde el cuello (base del tallo) hasta el último nudo foliar. Esta variable se registró inmediatamente de la floración.

Altura de mazorca. Se tomaron medidas en las 10 plantas que se utilizaron para medir la altura, elegidas al azar del surco central de cada unidad experimental. Se midió desde la base de la planta hasta el punto donde penetra la mazorca.

Longitud de Mazorca:.Se tomaron medidas en diez mazorcas seleccionadas al aleatoriamente del surco central de cada tratamiento, estas medidas se realizaron desde la parte basal de cada mazorca hasta la parte distal, con presencia del último grano, dato tomado después de la cosecha.

Diámetro de mazorcas. Las mismas 10 muestras seleccionadas, se midió la parte central de estas, se realizó posterior de la cosecha, con la ayuda de un vernier.

2.5.7.2. Evaluación de variables agronómicas

Número total de plantas cosechadas por Parcela: Para cada tratamiento se hizo el registro inmediatamente posterior a la cosecha en cada unidad experimental.

Número total de mazorcas cosechadas por Parcela. Se cuantificó el total de mazorcas que se obtuvieron en cada tratamiento. Dato obtenido al momento de realizar la cosecha.

Número de hileras por mazorca. Se contabilizó las hileras en las 10 mazorcas en cada unidad experimental.

Número de granos por hilera. Se registró los granos presentes en cada fila en las mismas mazorcas que fueron seleccionadas durante la cosecha.

Peso de mazorca (grano y coronta). Se anotó el peso de cada una de las mazorcas después de la cosecha en cada uno de los tratamientos, considerando granos y coronta.

Peso de grano. Se determinó desgranando las mismas mazorcas, con un porcentaje de humedad aproximado al 14%. Este dato se apuntó, tomando el peso de grano de cada uno de los tratamientos.

Peso de coronta. A las mismas mazorcas que se les quitó los granos, se registró el peso, empleando solo la coronta con alrededor de 14% de humedad.

Peso de 1000 granos: fueron tomados aleatoriamente 1000 granos, los cuales se pesaron. Esta característica se anotó después de realizar la cosecha.

Índice de mazorca. Esta variable se calculó con la siguiente formula

$$\text{Índice de MZCA} = \frac{\text{Peso de grano}}{\text{Peso de mazorca}}$$

Rendimiento en peso de mazorcas por hectárea. Se marcó el peso de mazorca obtenido por parcela, luego procedimos a calcular el rendimiento del mismo por hectárea, el cual se expresó en Kilogramos por hectárea. Este parámetro fue obtenido posterior de la cosecha.

Rendimiento en peso de grano por hectárea. Fue registrado el peso de grano en cada parcela, inmediatamente con estos valores se hizo el cálculo el rendimiento de grano por hectárea.

Rendimiento en peso de coronta por hectárea. Se realizó después de la cosecha, procedimos a pesar únicamente la coronta de todas y cada una de las parcelas, en seguida se hizo el cálculo del rendimiento por hectárea.

2.5.7.3. Análisis de la Información.

A todas las variables cuantitativas se les realizó el ANAVA, al encontrar diferencias estadísticas entre tratamientos, se utilizó una prueba de Tukey.

Capítulo III. Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos de los diferentes parámetros evaluados en materiales de maíz morado, realizado en el Caserío Valle Conday, los cuales se muestran en tablas, que contribuyen a interpretar y analizar los mismos. Estos resultados fueron constatados mediante un ANAVA y prueba de Tukey adecuada, con un error del 5%.

3.1. Análisis de Variancia de las Características Evaluadas

Los resultados de la prueba de tukey (Tabla 5), donde se apreciar que la fuente de variación Variedades, presentó alta significación y significación estadística en la mayoría de los parámetros evaluados, lo que implica una aceptación de los supuestos con 5 % de error, con excepción de 50% de floración femenina, 50% de floración masculina, , longitud de mazorca, número de granos por hilera y diámetro de mazorca. Los coeficientes de variabilidad se aceptan, considerando que están dentro de los valores permitidos.

Tabla 5

Análisis de variancia de las características evaluadas en seis variedades de maíz morado (Zea mays L.), en la Provincia de Cutervo – Cajamarca.

CARACTERÍSTICAS	CUADRADOS MEDIOS DE LAS FUENTES DE VARIACIÓN				C.V. (%)
		Repeticiones	Variedades	Error	
	GL	2	5	10	
50% de flor masculina		0.17 n.s	4.27 n.s	2.23	1.57
50% de flor femenina		0.72 n.s	2.72 n.s	2.66	1.57
Altura de planta		0.04 n.s	0.07 *	0.02	7.11
Altura de mazorca		0.0015 n.s	0.07 *	0.02	10.18
Longitud de mazorca		3.57 n.s	1.32 n.s	1.20	6.74
Diámetro de mazorca		0.15 n.s	0.19 n.s	0.14	7.29
Nº hileras / mazorca		0.05 n.s	0.86 *	0.24	3.91
Nº granos / hilera		0.61 n.s	0.35 n.s	0.45	2.54
Peso de 1000 semillas		268.06 n.s	31705.56 **	1889.72	8.92
Rdto. Mazorcas / hectárea		0.24 n.s	6.53 **	0.51	9.97
Rdto. grano / ha		0.16 n.s	5.07 **	0.35	9.84
Rdto. coronta / ha		0.01 n.s	0.10 **	0.01	10.84
Índice de mazorca		0.00001 n.s	0.0029 **	0.00015	1.47

*Nota. ns= no significativo, *significativo a =0,05, **altamente significativo a =0,01*

3.2. Análisis de las Características Evaluadas

3.2.1. Días al 50% de Floración Masculina

Los datos promedios, muestran que todos los tratamientos son estadísticamente similares entre sí, oscilando entre 96.67 y 93.33 días, perteneciendo a las variedades Maíz Morado Mejorado (MMM) e INIA-615 (Tabla 6, Figura 5).

Tabla 6

Días al 50% de floración masculina en la “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la provincia de Cutervo – Cajamarca”.

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
MMM	96.67	A
PMV – 581	96.00	A
INIA – 601	95.00	A
UNC – 47	94.67	A
CANTEÑO	94.33	A
INIA – 615	93.33	A
DMS	4.23	

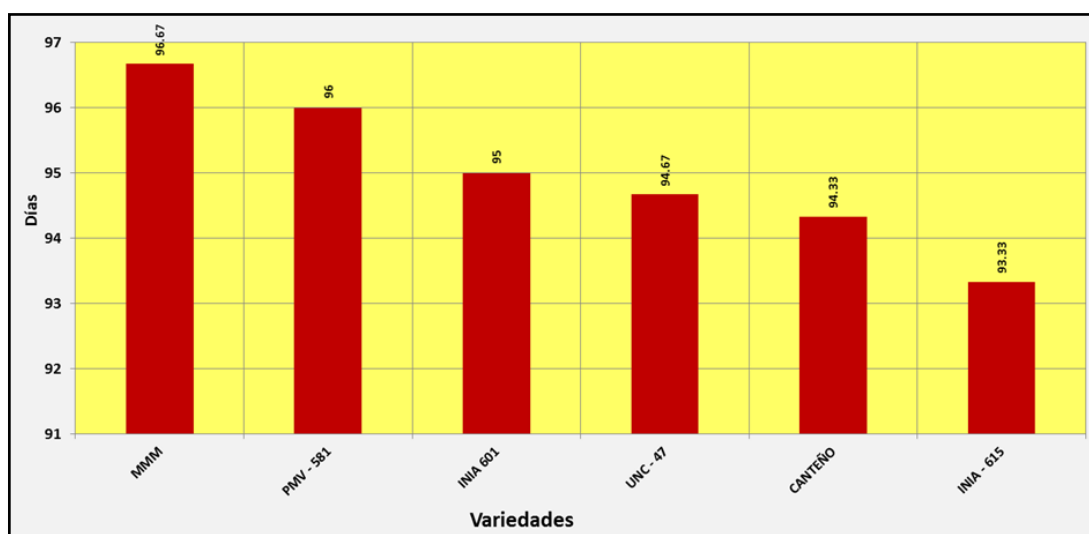
Nota. Las medias que presentan una letra común no difieren estadísticamente ($p > 0.05$)

La floración masculina sucedió aproximadamente a los 95 días posteriores a la siembra.

Al respecto: Pinedo (2015) asevera que a los 90,31 días después de la siembra ocurrió la floración masculina en la variedad PMV – 581 se y en INIA – 615 Negro Canaán se produjo a los 90,81 días después de haber sembrado; Paucarima (2007), estudió en maíz morado PMV – 581 la respuesta de 3 densidades de siembra y 4 fórmulas de fertilización en la EEA Canaán Ayacucho, encontró, que a los 77 - 80 días posteriores a siembra ocurrió la floración masculina.

Figura 5

Días al 50% de floración masculina de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018



Se verificó que aproximadamente 95 días posteriores a la siembra, apareció la flor masculina.

Al respecto: Pinedo (2015) asevera que a los 90,31 posteriores a la siembra en la variedad PMV – 581 se observó la flor masculina y a los 90,81 días posteriores a la siembra, se produjo en la variedad INIA – 615 Negro Canaán. Paucarima (2007), estudió la respuesta de maíz morado PMV – 581 a 4 formulaciones de fertilizantes y 3 densidades de plantación en la EEA Canaán Ayacucho, confirmando que la floración masculina ocurre 77 a 80 días posteriores a la siembra.

Según Begazo (2013), en el trabajo de investigación realizado en la Irrigación Majes 2012 – 2013. Llegó a la conclusión que la iniciación de la floración masculina es una medida, que es afectado por el clima (fotoperiodo, temperaturas máximas y mínimas, horas de sol por día, humedad relativa, etc) y también por el genotipo; conjuntamente estos elementos establecerán la iniciación de la flor masculina en dicha variedad de maíz, consecuentemente los marcos de siembra utilizados en este trabajo no tienen influencia de carácter significativo.

3.2.2. Días al 50% de floración femenina

Referente a esta característica, se observó aproximación estadística entre los datos promedio anotados al realizar la prueba de Tuckey, los mismos que oscilaron entre 105.00 y 102.33 días, y correspondieron a las variedades MMM y CANTEÑO (Tabla 7 y Figura 6). Estos resultados comparados con los obtenidos en la Costa, se consideran como tiempo muy prolongado, debido a las bajas temperaturas que presenta naturalmente el distrito de Cutervo, que hace que el desarrollo y crecimiento del cultivo realice lentamente sus procesos metabólicos.

Tabla 7

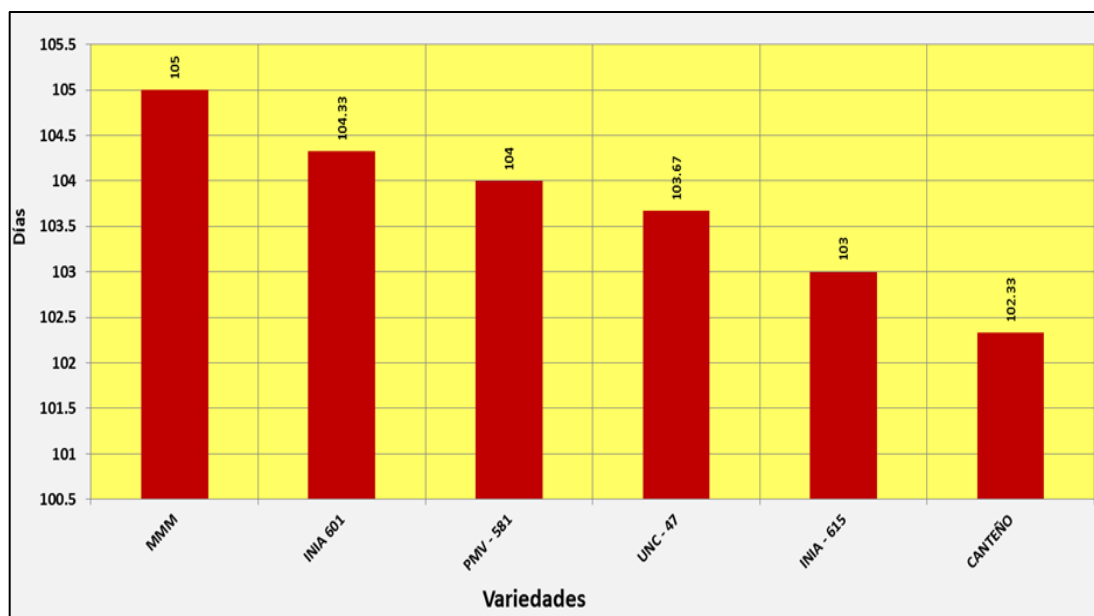
Días al 50% de floración femenina. “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
MMM	105.00	A
INIA – 601	104.33	A
PMV – 581	104.00	A
UNC – 47	103.67	A
INIA – 615	103.00	A
CANTEÑO	102.33	A
DMS	4.62	

Nota. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí ($p > 0.05$)

Figura 6

Días al 50% de floración femenina de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018



La floración femenina se presentó en el transcurso de los 103.7 días en promedio después de la siembra. En estudios realizados en maíz morado: Pinedo (2015) reporta que, a los 98,06 días posteriores a la siembra se observó la flor femenina en la variedad PMV – 581 y a los 97,69 días posteriores a la siembra, ocurrió en INIA – 615 Negro Canaán; Paucarima (2007) reporta que entre los 86 a 89 días transcurridos después de realizar la siembra, apareció la flor femenina en la variedad PMV – 581. La iniciación floral está enérgicamente influenciada por cambios climáticos concernientes a los componentes temporales, así como temperatura, fotoperiodo, y la etapa de desarrollo del cultivo (Bernier et al., 1993).

3.2.3. Altura de planta

La prueba de Tukey reveló diferencias estadísticas significativas entre los datos promedios registrados, donde la variedad INIA – 615 consiguió mayor altura de planta con 1.98 m, expresando igualdad estadística otras variedades MMM, UNC – 47, INIA – 601 y

CANTEÑO, pero mayor a la variedad PMV – 581, que a la vez presentó un tamaño inferior de 1.61 m de altura de planta (Tabla 8, Figura 7).

Tabla 8

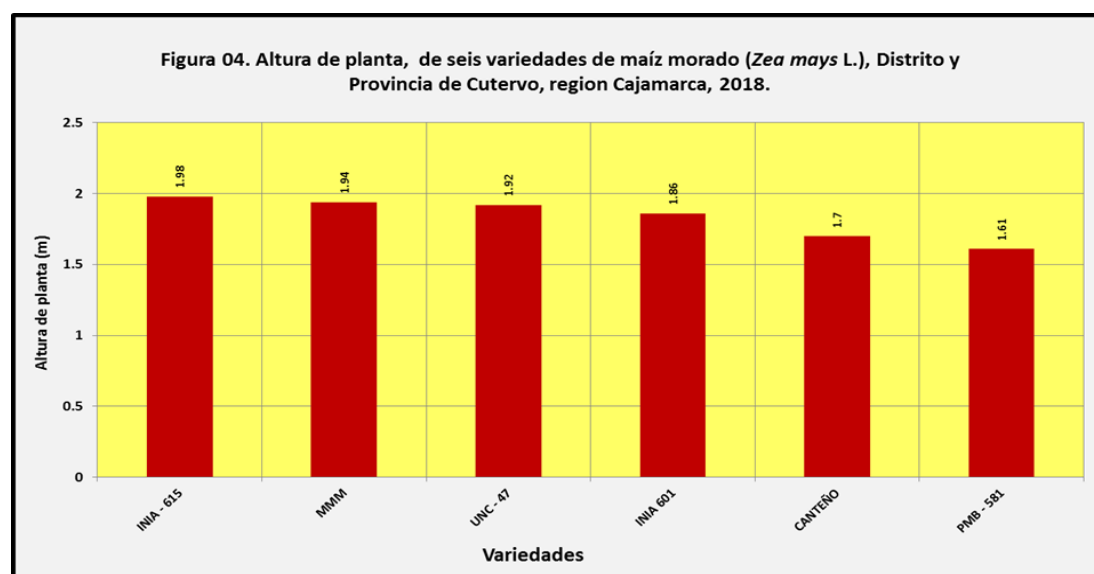
Altura de planta (m). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
INIA – 615	1.98	A
MMM	1.94	A B
UNC – 47	1.92	A B
INIA – 601	1.86	A B
CANTEÑO	1.70	A B
PMV – 581	1.61	B
DMS	0.36	

Nota. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí ($p > 0.05$)

Figura 7

Altura de planta de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018.



Los promedios de altura de planta de las 6 variedades de maíz morado oscilaron entre 1.98 y 1.61m.

Pinedo (2015), reporta valores que fluctúan entre 2,06 m y 2,04 m respectivamente de altura de planta para las variedades de maíz PMV – 581 e INIA – 615.

Begazo (2013), concluye que el tamaño de planta se ve favorecida, alcanzando una altura de 2,53 m, 2,50 m y 2,45 m respectivamente, para los distanciamientos entre líneas de 0.70 m, 0.75 m y 0.80 m, comprobando que existió diferencias estadísticas significativas con el distanciamiento entre líneas de 0.85 m que arrojó 2,25 m de altura de planta.

Taíz y Zeiger (2006) revelan que, una característica importante de los fitocromos es que permiten que las plantas detecten las sombras que otras plantas proyectan sobre ella; asimismo, revelan que, la simulación de sombras con cobertura vegetal obliga a estas plantas a destinar gran parte de sus recursos a crecer en altura.

3.2.4. *Altura de Mazorca*

Los datos promedio registrados para este parámetro, según la aplicación de la prueba de Tukey, revelaron diferencias estadísticas significativas, en la cual, la variedad INIA – 615 fue la que presentó mayor altura de implantación de la mazorca, con 1.43 metros, siendo estadísticamente similar con las variedades UNC – 47, MMM e INIA – 601, pero superiores a las variedades CANTEÑO y PMV – 581, que a la vez mostraron valores más bajos en promedio con 1.07 y 1.03 m, respectivamente, para inserción de la mazorca (Tabla 9, Figura 8).

Tabla 9

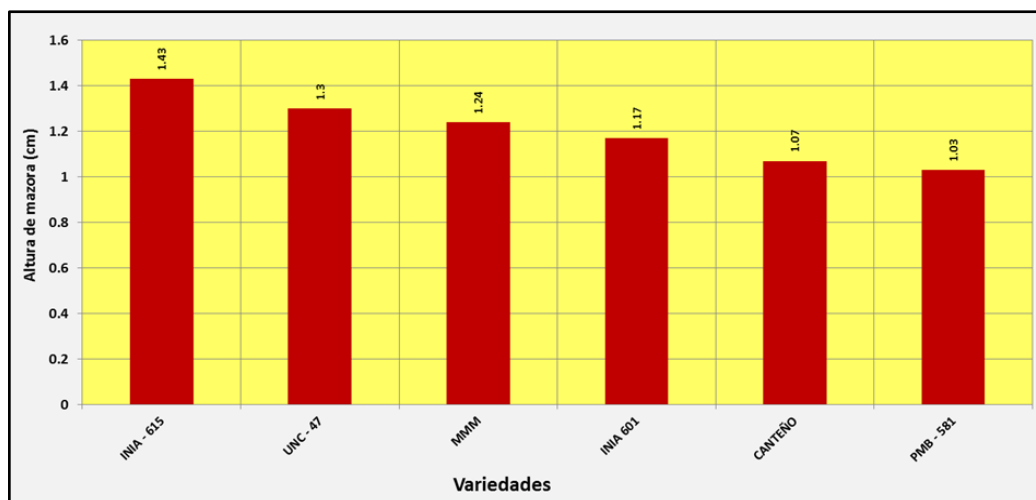
Altura de mazorca (m). “Evaluación de Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
INIA – 615	1.43	A
UNC – 47	1.30	A B
MMM	1.24	A B
INIA – 601	1.17	A B
CANTEÑO	1.07	B
PMV – 581	1.03	B
DMS	0.34	

Nota. Medias con letras iguales no presentan diferencias estadísticas ($p > 0.05$)

Figura 8

Altura de mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018



Los datos promedio de altura de mazorca en seis variedades de maíz morado oscilaron entre 1.43 m y 1.03 m. Trabajos realizados por Pinedo (2015) reportó que, la altura promedio de mazorca fue de 1,33 metros en la variedad PMV – 581 y 1,32 metros en INIA – 615 Negro Canaán; además concluye que no influyeron los niveles de fertilización en la altura de

mazorca, teniendo una alta prevalencia el clima y la característica varietal al momento del desarrollo del trabajo de investigación.

3.2.5. Longitud de mazorca

Realizada la prueba discriminatoria de Tukey, se observó que existe semejanza entre los datos promedio expresados en las variedades en estudio para longitud de mazorca, estos fluctuaron entre 17.24 y 15.19 cm, y que correspondieron a las variedades INIA – 615 y PMV – 581. Lo que puede indicar, que el patrón genético de cada una de las variedades para esta característica es similar, y por lo tanto no varían por la acción del medio ambiente (Tabla 10, Figura 9).

Tabla 10

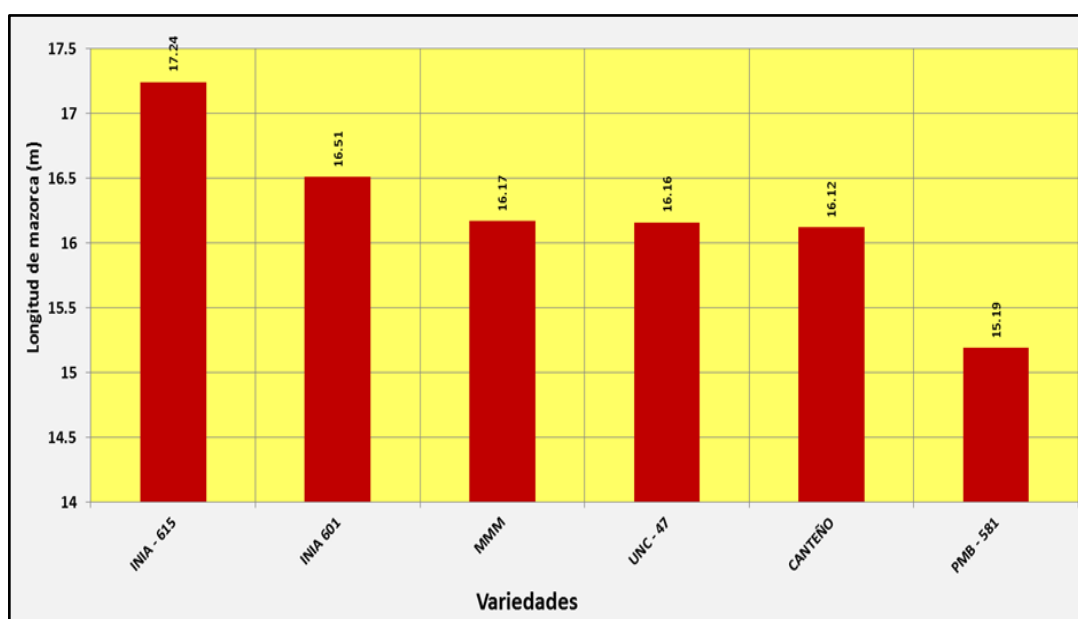
Longitud de mazorca (cm). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
INIA – 615	17.24	A
INIA – 601	16.51	A
MMM	16.17	A
UNC – 47	16.16	A
CANTEÑO	16.12	A
PMV – 581	15.19	A
DMS	3.10	

Nota. Las medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí ($p > 0.05$)

Figura 9

Longitud de mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018



Los valores promedio para longitud de mazorca fluctuó entre 17.24 y 15.19 cm.

Pinedo (2015) reportó que el valor promedio de tamaño de mazorca llegó a 13,64 cm, en la variedad INIA – 615 Negro Canaán y 13,41 cm. De longitud en PMV – 581; además Begazo (2013) concluye que el tamaño de mazorca de primera es favorecido cuando el distanciamiento entre líneas se prolonga, es así que a 0.75 m, 0.80 m y 0.85 m de distancia entre líneas, alcanzó 14,50 cm, 14,54 cm y 14,91 cm. respectivamente de tamaño de mazorca de primera, encontrándose diferencia estadística significativa en cuanto al distanciamiento de 0.70 m que alcanzó 13,61 cm. En relación a la distancia de plantación, se encontró que cuando la distancia es mayor, aumenta el tamaño de mazorca de primera, logrando el mayor tamaño de mazorca de 14.96 cm, cuando la distancia entre plantas fue de 30 cm, encontrando significación estadística en relación a la distancia entre plantas de 15 cm y 20 cm con tamaño de mazorca de 13,80 cm y 14,21 cm respectivamente.

En ensayos ejecutados relacionados con los cambios promovidos por el aumento de poblaciones de plantas, se llegó a la conclusión que la reducción del diámetro, tamaño, número de granos y granos efectivos se produjo por el aumento en la población de plantas por hectárea (Jugenheimer, 1982).

3.2.6. *Diámetro de Mazorca*

Luego de realizar la prueba de Tukey, se encontró que los datos medios obtenidos para cada cultivar presentaron similitud estadística que varió de 4.66 a 5.33 cm., los mismos que pertenecieron los cultivares de maíz morado PMV-581.e INIA-615. El comportamiento de cada una de las variedades, al igual que lo señalado en la característica anterior, podría obedecer a la acción de un factor genético similar para esta característica, sin un efecto significativo del ambiente. (Tabla 11, Figura 10).

Tabla 11

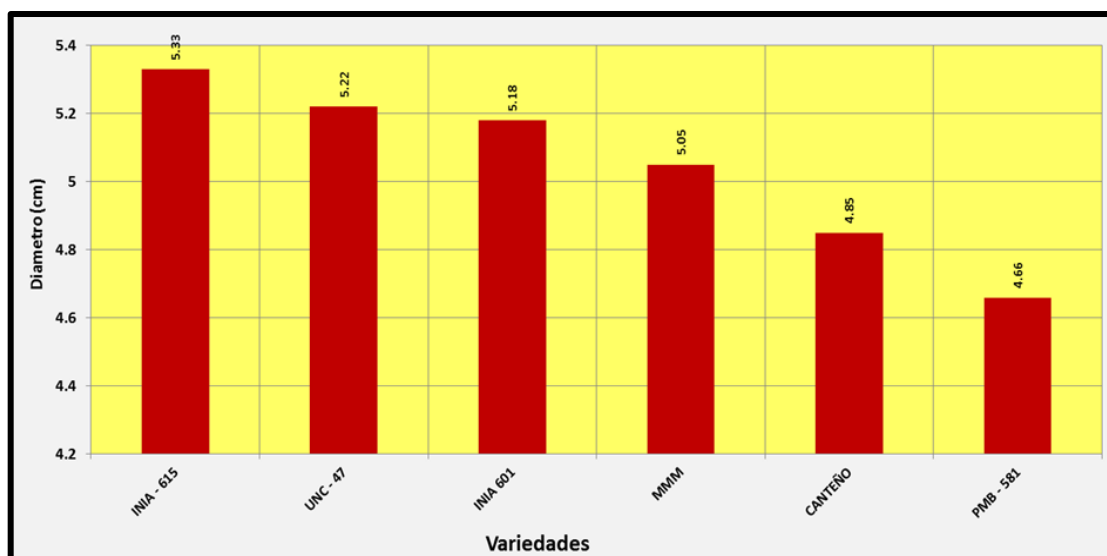
Diámetro de mazorca (cm). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
INIA – 615	5.33	A
UNC – 47	5.22	A
INIA – 601	5.18	A
MMM	5.05	A
CANTEÑO	4.85	A
PMV – 581	4.66	A
DMS	1.04	

Nota. Medias con letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$)

Figura 10

Diámetro de mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018.



Los valores oscilan entre 5.33 y 4.66 cm. en promedio para diámetro de mazorca.

Pinedo (2015) encontró que el diámetro de mazorca de 4,21 cm promedio fue mayor, presentándose en la variedad INIA – 615 Negro Canaán, en tanto que PMV – 581, fue la variedad con menor promedio para esta característica con 4,00 cm.

Begazo (2013) concluyó que el diámetro de mazorcas de primera se vio favorecida, cuando el distanciamiento entre surcos se incrementa; es así que se logró diámetro de mazorca de primera en promedio de 4,43 cm, 4,44 cm y 4.42 cm respectivamente, para distanciamientos de 0.75 m, 0.80 m y 0.85 mostrando una diferencia estadística significativa con el distanciamiento de 0.70 m, que alcanzó a 4,31 cm de diámetro de mazorca. En cuanto a la distancia de siembra entre plantas, se analizó que, a mayor distancia entre plantas, se logra un mayor diámetro de mazorca de primera, y cuando la distancia de siembra fue de 30 cm entre planta, se logró el más alto valor de diámetro de mazorca con 4.46 cm, mostrándose una diferencia estadística significativa, en relación a la distancia entre planta de 15 cm y 4,31 cm de diámetro de mazorca.

Otahola y Rodríguez (2001) realizaron un ensayo evaluando las características agronómicas del maíz dulce a diferentes densidades de plantación en condiciones de sabana, para esto, adoptaron 3 distanciamientos de siembra entre líneas: 70; 80 y 90 cm) y tres distanciamientos de siembra entre plantas; 20; 25 y 30 cm, llegaron a la conclusión que “Cuando se incrementó el distanciamiento de siembra entre líneas se lograron obtener un mayor diámetro de mazorcas; sin embargo, no se halló diferencias estadísticas significativas, cuando se manejó distanciamientos de 80 y 70 cm entre líneas”.

3.2.7. Número de Hileras por Mazorca

Los datos reportados presentaron variaciones estadísticas, en la cual el cultivar INIA – 615, reportó el valor más alto con 13.10 hileras por mazorca, no existiendo diferencias estadísticas significativas con UNC – 47, MMM, INIA – 601 y PMV – 581, pero si fue superior a la variedad CANTEÑO, el cual mostró el menor número con 11.53 hileras por mazorca (Tabla 12, Figura 11).

Tabla 12

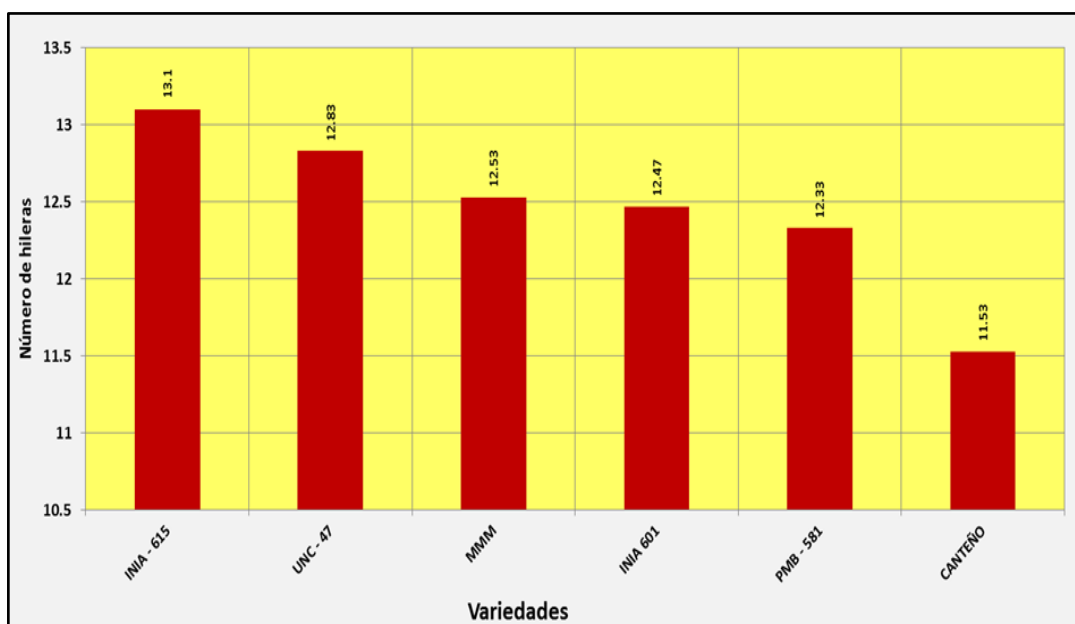
Número de hileras por mazorca. “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
INIA – 615	13.10	A
UNC – 47	12.83	A B
MMM	12.53	A B
INIA – 601	12.47	A B
PMV – 581	12.33	A B
CANTEÑO	11.53	B
DMS	1.38	

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$)

Figura 11

Número de hileras por mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018



Los valores del número de hileras promedio por mazorca en el presente trabajo oscilan entre 13.1 y 11.53 cm.

Pinedo (2015) indica que el cultivar INIA – 615 Negro Canaán logró 10,45 hileras, el cual fue superior a la variedad PMV – 581 que registró 10, 11 hileras/mazorca.

3.2.8. Número de Granos por Hilera

Los datos para este parámetro logrados por los tratamientos, según la prueba de Tukey, no difirieron estadísticamente; dichos datos oscilan entre 26.70 y 25.93 granos por hilera, perteneciendo los mismos, a las variedades UNC – 47 y CANTEÑO. Cabe señalar, que esta característica contribuyó para que los tratamientos UNC – 47, INIA – 615, MMM e INIA – 601 registraran los mejores rendimientos como lo veremos más adelante. (Tabla 13, Figura 12).

Tabla 13

Número de granos por hilera. “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

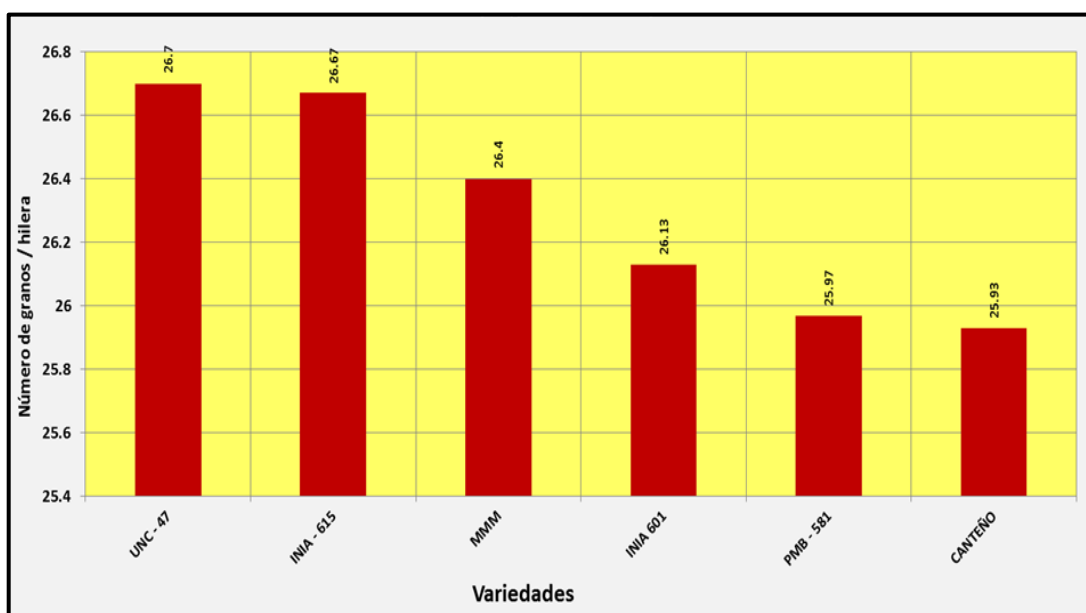
VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
UNC – 47	26.70	A
INIA – 615	26.67	A
MMM	26.40	A
INIA – 601	26.13	A
PMV – 581	25.97	A
CANTEÑO	25.93	A

DMS**1.89**

Nota. Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$)

Figura 12

Altura de mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018



Los datos promedio oscilan entre 26.7 y 25.93 para número de granos por línea.

Pinedo (2015) reportó el promedio de granos por hilera de 21.74la en la variedad INIA-615 Negro Canaán, siendo este el valor más alto; mientras que el menor número de granos/hilera fue de 21.23 en la variedad PMV-581, no se halló entre las variedades diferencias estadísticas. Cruzado (2008) no halló significación estadística entre tratamientos y la variedad PMV-581 reportó 27.80 granos/hilera en promedio con un coeficiente de variación de 5.90%.

3.2.9. Índice de mazorca

Los datos promedio reportados, según la prueba de Tukey, mostraron que existe diferencias estadísticas, siendo las variedades INIA – 615, MMM, UNC – 47, las que mostraron los mayores índices de mazorca, con 0.87, 0.85 y 0.84 respectivamente, siendo estadísticamente similar con INIA – 601, pero superiores a las variedades CANTEÑO y PMV – 581 que obtuvieron valores de 0.81 y 0.78 respectivamente (Tabla 14, Figura 13). Estos resultados, indican que tratamientos INIA – 615, MMM y UNC – 47, tienen una mayor cantidad de foto asimilados disponibles para la formación y peso de grano, que las otras variedades.

Tabla 14

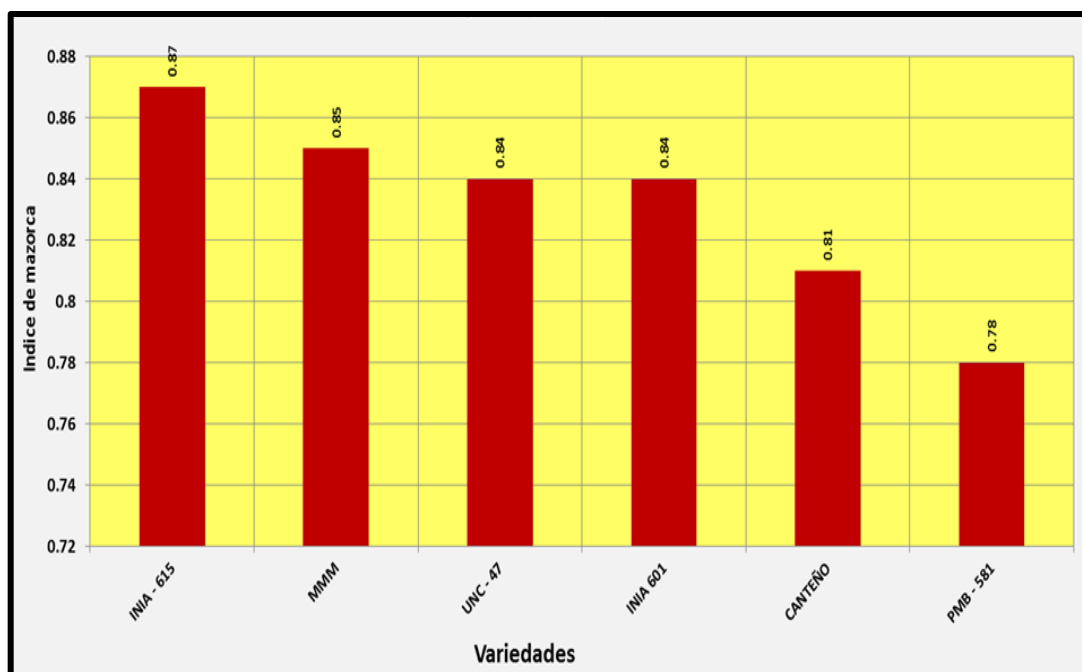
Índice de mazorca. “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
INIA – 615	0.87	A
MMM	0.85	A
UNC – 47	0.84	A
INIA 601	0.84	A B
CANTEÑO	0.81	B C
PMV – 581	0.78	C

Nota. Medias con la misma letra difieren estadísticamente entre sí ($p > 0.05$)

Figura 13

Índice de mazorca de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018.



3.2.10. Peso de 1000 Granos

Para los datos promedio de peso 1000 granos, se encontró diferencias estadísticas significativas. Los tratamientos INIA – 615 y MMM arrojaron los valores más altos, con 620.00 y 551.67 g de peso de 1000 granos, mostrándose similar estadísticamente con UNC – 47 e INIA – 601, pero superiores a CANTEÑO y PMV – 581, que obtuvieron 398.33 y 338.33 gramos (Tabla 15, Figura 14). Podemos observar que estos resultados, están relacionados con la característica evaluada de índice de mazorca, así como también con el rendimiento de grano, como veremos más adelante.

Tabla 15

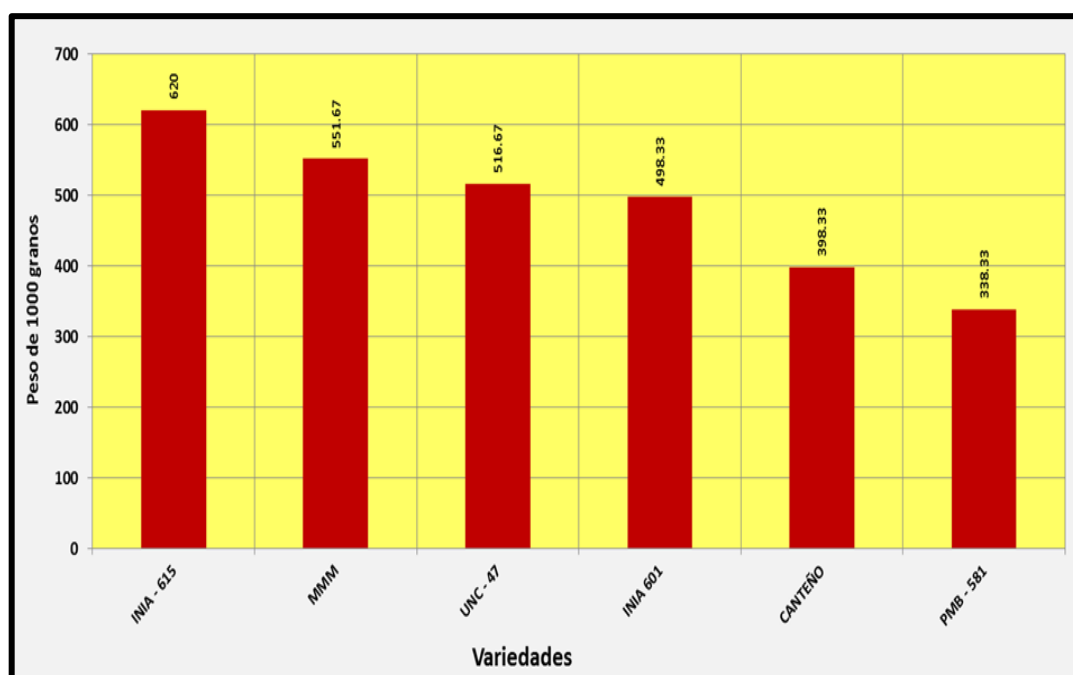
Peso de 1000 granos (g). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
INIA – 615	620.00	A
MMM	551.67	A
UNC – 47	516.67	A B
INIA – 601	498.33	A B
CANTEÑO	398.33	B C
PMV – 581	338.33	C
DMS	123.28	

Nota. Medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($p > 0.05$)

Figura 14

Peso de 1000 granos de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018



3.2.11. Rendimiento de Mazorca

Los valores promedio difirieron estadísticamente, al aplicar la prueba de Tukey, en la cual, la variedad INIA – 615 alcanzó el rendimiento más alto de mazorca con 9.01 t/ha de rendimiento de mazorca, siendo estadísticamente similar a tratamientos MMM, INIA – 601 y UNC – 47, que alcanzaron rendimientos de 7.68, 7.60 y 7.56 t/ha, pero con superioridad sobre las variedades CANTEÑO y PMV – 581; esta última obtuvo el rendimiento más bajo de mazorca, con 4.74t/ha. (Tabla 16, Figura 15). Según los resultados obtenidos para los parámetros anteriores, como peso de 1000 granos e índice de mazorca, éstas contribuyeron para que las variedades INIA – 615, MMM, UNC – 47 e INIA – 601 obtuvieran los más altos rendimientos de mazorca.

Tabla 16

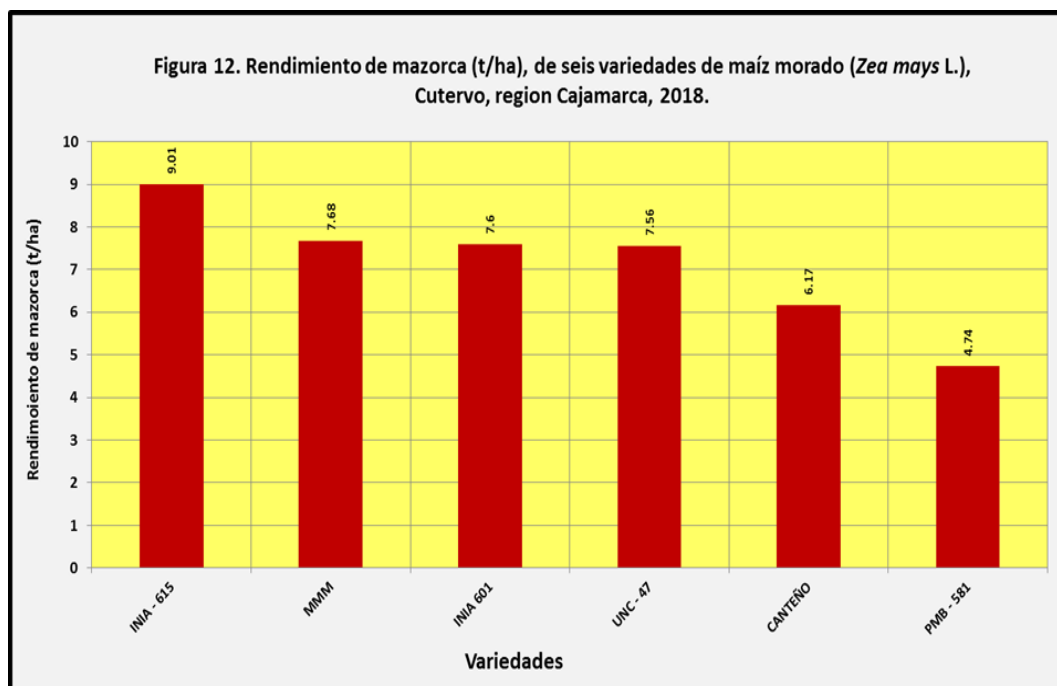
Rendimiento de mazorca (t/ha). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
INIA – 615	9.01	A
MMM	7.68	A B
INIA – 601	7.60	A B
UNC – 47	7.56	A B
CANTEÑO	6.17	B C
PMV – 581	4.74	C
DMS	2.10	

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$)

Figura 15

*Rendimiento de mazorca (t/ha.) de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.)
distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018*



En el presente trabajo de investigación, los promedios en rendimiento por hectárea de mazorcas para los 6 tratamientos de maíz morado, fluctúa entre 9.01 y 4.74 t/ha; estos valores superan en rendimiento a otros trabajos de investigación realizados en la región Cajamarca.

Piña (2018) reportó el mayor rendimiento para el genotipo INIA – 601 con 2.56 t/ha; el cual presenta no presenta diferencias estadísticas significativas con los tratamientos UNC – 47 y Morado Mejorado con 2.02 t/ha, INIA – 615 con 1.97 t/ha. y PM – 581 con un promedio de 1.96 t/ha respectivamente los cuales difieren significativamente con el genotipo Canteño con un rendimiento de 0.925 t/ha.).

Cabrera (2016), obtuvo como resultado los rendimientos de mazorca de 8.5, 8.12, 7.9 y 7.8 t/ha respectivamente; correspondiente a tratamientos INIA – 615, CANTENO, PMV – 581 e INIA – 601. Además, INIA – 615 mostró el más alto rendimiento comercial de

mazorcas con 8.2 t/ha expresado en un 4.6% de diferencia en relación de INIA – 601, la cual obtuvo el rendimiento de mazorcas más bajo con 7.8 t/ha.

Mayorga, (2011) realizó un estudio para evaluar los rendimientos de maíz morado PMV – 581 utilizando 2 niveles de fertilizantes con Nitrógeno, logrando el rendimiento comercial más alto de 6.05 t/ha, como resultado de la incorporación de nitrógeno de 120 kg/ha.

Espinoza (2003) investigó los efectos de densidad de plantas y fertilización nitrogenada sobre las características morfológicas y los componentes de rendimiento de la variedad de maíz morado PMV-581; para el factor fertilizante, logró rendimiento promedio de 12,126 ton/ha de maíz morado, con un nivel de fertilización de 160 kg de N/ha; en cuanto al índice de densidad de plantas, se obtuvo un rendimiento de 12,482 ton/ha de maíz morado empleando una densidad de 85,000 plantas/ha.

Rodríguez (2007), halló el mayor rendimiento comercial en mazorcas de la variedad PMV – 581 con NPK +AH de 7.29 t/ha., seguido de NPK con 7.22 t/ha. y el testigo con 6.11 t/ha.

Cruzado (2008) reporta los más altos rendimientos en la variedad PMV – 581, utilizando dos dosis de fertilización 180-120-90 y 180-120-120 alcanzando 9.99 y 9.00 t/ha de mazorca.

Pinedo (2015) consiguió un rendimiento de 3,67 t/ha. en la variedad de maíz morado INIA – 615 Negro Canaán, en cambio la variedad PMV – 581 obtuvo un rendimiento de 2,78 t/ha, del cual infiere que esta diferencia se debe al comportamiento específico varietal. Además, la variedad PMV – 581 se adecua y manifiesta perfectamente su potencial de rendimiento a altitudes de 2600 metros, el cual pudo ser perjudicado ya que el trabajo fue ejecutado a una altitud de 2730 msnm.

Paucarima (2007) logró rendimientos de 10,08 t/ha. en su experimento de evaluación de la respuesta de maíz morado PMV – 581 empleando 4 fórmulas de abonamiento.

Fernández (2009) en su trabajo, estimó el impacto de soluciones de microorganismos efectivos naturales (MEN) sobre la disolución de roca fosfórica y sílice de la diatomita y el efecto de aumentar dosis de estas materias primas sobre el rendimiento de la variedad de maíz morado INIA - 615 Negro. Canaan, alcanzó un rendimiento alcanzó 8,84 ton/ha.

3.2.12. Rendimiento de Coronta

En esta característica, se encontró que las variedades INIA – 615, INIA – 601, UNC – 47, alcanzaron los más altos rendimientos de tusa o coronta, con 1.32, 1.23 y 1.17 t/ha, expresándose estadísticamente similar a las variedades MMM y CANTEÑO, pero superiores al tratamiento PMV – 581 que adquirió el rendimiento más bajo de coronta, con 0.81 t/ha. (Tabla 17, Figura 16). En las condiciones en la que se ejecutó el trabajo, las variedades con mejor rendimiento, tuvieron una mayor disponibilidad de asimilados para formar corontas con mayor peso.

Tabla 17

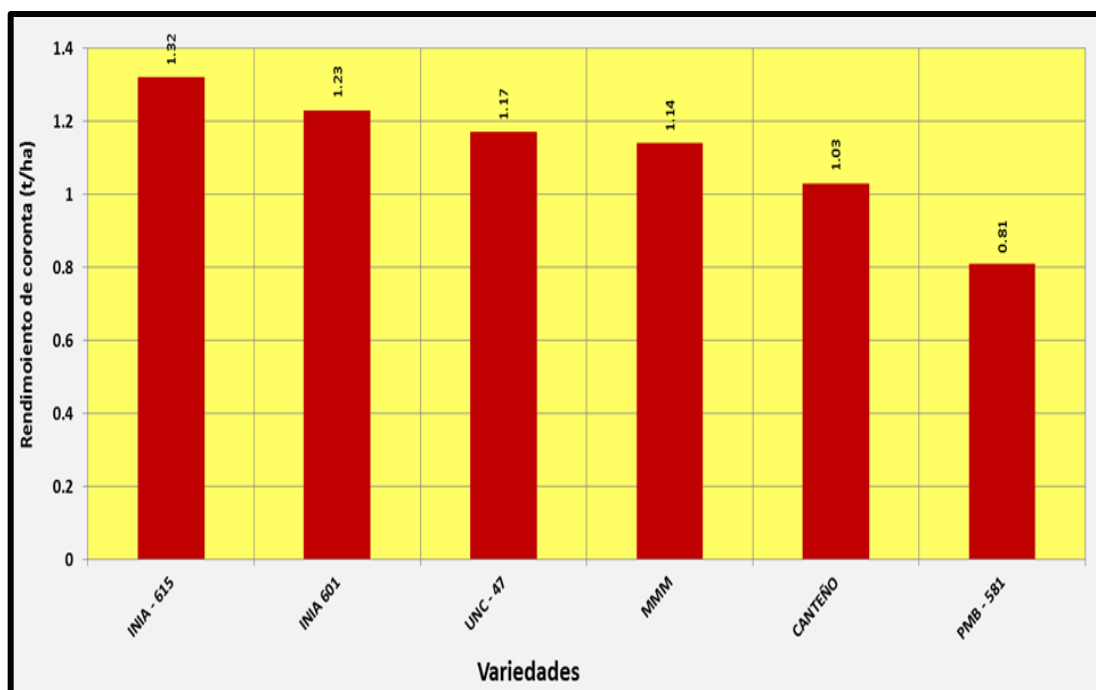
Rendimiento de coronta (t/ha). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
INIA – 615	1.32	A
INIA – 601	1.23	A
UNC – 47	1.17	A
MMM	1.14	A B
CANTEÑO	1.03	A B
PMV – 581	0.81	B
DMS	0.34	

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($p > 0.05$)

Figura 16

*Rendimiento de coronta (t/ha.) de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.)
distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018*



3.2.13. Rendimiento de Grano

Los resultados alcanzados por las variedades expresaron diferencias estadísticas, en la cual, la variedad INIA – 615 logró el rendimiento más alto con 7.68 t/ha, de grano estando, además, estadísticamente semejante a las variedades INIA – 601, MMM y UNC – 47, las cuales alcanzaron rendimientos de grano de 6.37, 6.53 y 6.39 y t/ha respectivamente. Además, estadísticamente fueron superiores a los tratamientos PMV – 581 y CANTENO, los cuales lograron los más bajos rendimientos de grano, equivalentes a 3.92 y 5.15 t/ha. (Tabla 18, Figura 17). Una característica, que evidentemente influencio mucho, en estos resultados, fue el índice de mazorca.

Tabla 18

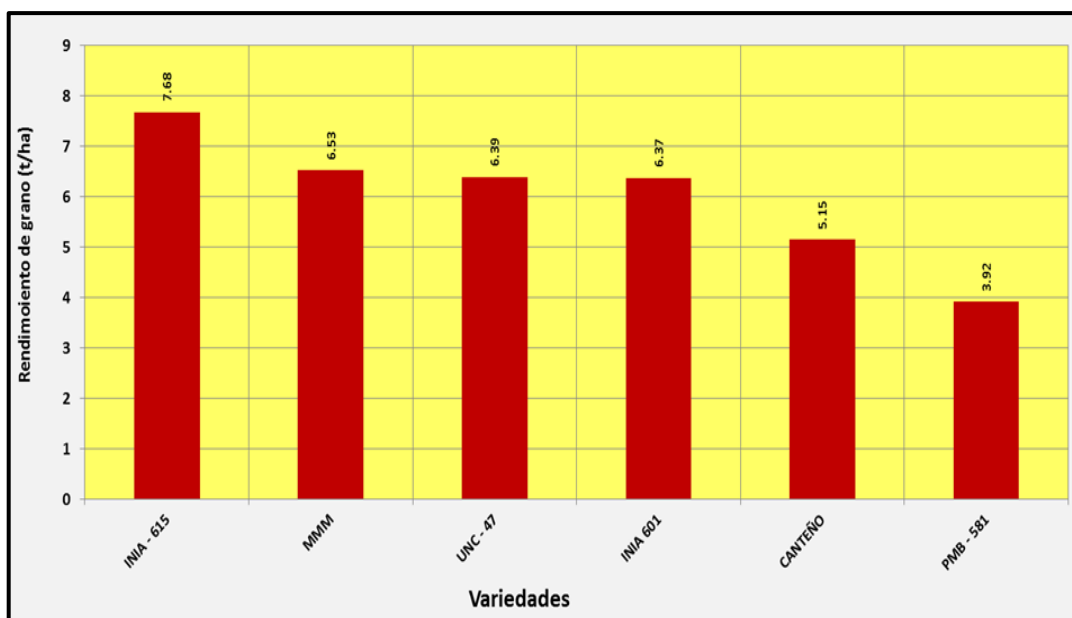
Rendimiento de grano (t/ha). “Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Maíz Morado (Zea mays L.) en la Provincia de Cutervo – Cajamarca”

VARIEDADES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN ($\alpha = 0.05$)
INIA – 615	7.68	A
MMM	6.53	A B
UNC – 47	6.39	A B
INIA – 601	6.37	A B
CANTEÑO	5.15	B C
PMV – 581	3.92	C
DMS	1.67	

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$)

Figura 17

Rendimiento de grano (t/ha.) de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2018.



3.3. Análisis Multivariado

3.3.1. Análisis de Clúster

Para la interpretación de manera fácil de historial de conglomeración (Tabla 19), se realizó de acuerdo al análisis de Clúster. Se puede ver en la Figura 18, que las variedades o materiales genéticos establecen 3 grupos; cada uno de estos demuestra que los componentes que lo integran son fenotípica y genéticamente idénticos, estimando que dicho estudio se ejecuta desde un agregado de particularidades que se tomaron en cuenta al momento de realizar las evaluaciones. Se logra distinguir que la variedad INIA – 615 conforma en forma solitaria un grupo, siendo la que alcanzó el más alto rendimiento en la producción de mazorcas, grano y coronta; mientras que los tratamientos INIA – 615, INIA – 601, UNC – 47 conforman otro grupo, que según resultados registraron buenos rendimientos de mazorca, grano, y coronta o tuza; y un 3er grupo estuvo conformado por las variedades CANTEÑO y PMV – 581, las mismas que registraron los rendimientos más bajos de grano, mazorca y tuza. Estos resultados, en cuanto a rendimiento de las características señaladas, podría ser un indicador que las variedades que conforman grupos sean de una estructura genética poblacional similar.

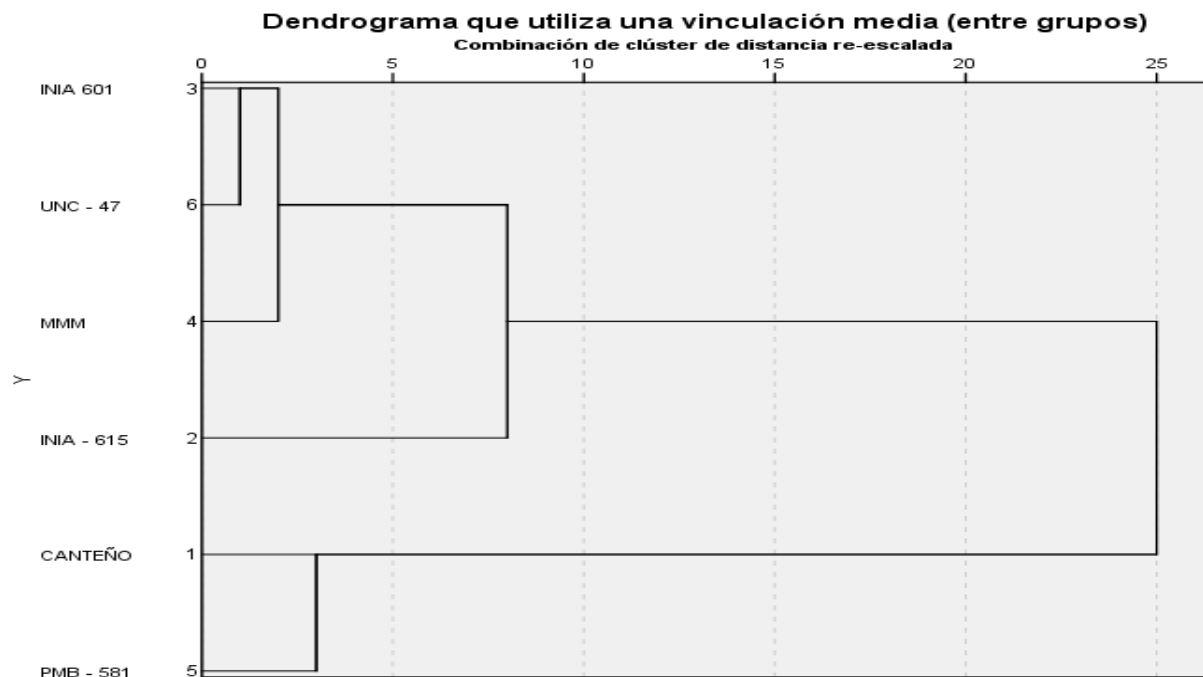
Tabla 19

Historial de conglomeración

Historial de conglomeración						
Etapas	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapas siguientes
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	3	6	337,268	0	0	2
2	3	4	2039,473	1	0	4
3	1	5	3610,709	0	0	5
4	2	3	10062,250	0	2	5
5	1	2	34882,154	3	4	0

Figura 18

Dendrograma



3.3.2. *Análisis de los Principales Componentes*

En la Tabla 20, matriz de correlaciones, se puede ver que existe una correlación directa muy consistente entre rendimiento de mazorca, rendimiento de grano y rendimiento de coronta, con la mayor parte de las características evaluadas.

Tabla 20

Matriz de Correlaciones

Matriz de correlaciones ^a													
	Flor masc	Flor fem	Altura plta.	Altura mzca.	Long. mzca.	Diamet. mazorca	Hilera /mazorca	Granos/hilera	Peso 1000	Rdto. mzca.	Rdto. Grano	Rdto. Coronta	Indice mzca.
Flor masc	1,000	,802	-,269	-,484	-,689	-,516	-,181	-,329	-,348	-,468	-,458	-,527	-,321
Flor fem	,802	1,000	,224	-,001	-,242	,036	,340	,096	,151	,039	,045	-,009	,182
Altura plta.	-,269	,224	1,000	,922	,804	,935	,720	,868	,982	,964	,968	,919	,994
Alatura mzca.	-,484	-,001	,922	1,000	,825	,908	,831	,934	,950	,924	,931	,857	,918
Long. mzca.	-,689	-,242	,804	,825	1,000	,879	,482	,602	,869	,932	,928	,946	,859
Diametro mzca.	-,516	,036	,935	,908	,879	1,000	,716	,828	,926	,963	,959	,971	,945
Hilera/mzca	-,181	,340	,720	,831	,482	,716	1,000	,850	,735	,659	,667	,582	,693
Granos/hilera	-,329	,096	,868	,934	,602	,828	,850	1,000	,843	,792	,801	,711	,826
Peso 1000	-,348	,151	,982	,950	,869	,926	,735	,843	1,000	,981	,986	,929	,991
Rdto. mzca.	-,468	,039	,964	,924	,932	,963	,659	,792	,981	1,000	1,000	,982	,985
Rdto. Grano	-,458	,045	,968	,931	,928	,959	,667	,801	,986	1,000	1,000	,976	,987
Rdto. Coronta	-,527	-,009	,919	,857	,946	,971	,582	,711	,929	,982	,976	1,000	,950
Indice mzca.	-,321	,182	,994	,918	,859	,945	,693	,826	,991	,985	,987	,950	1,000

a. Esta matriz no es cierta positiva.

En la Tabla 21, se aprecia las comunialidades, las cuales nos admite demostrar cuál de estas variables son más transcendentales, con datos mayores a 0.4; en nuestro caso la mayor parte de variables resultaron siendo importantes, con valores arriba de 0.90. La variable número de hileras por mazorcas, reportó el menor valor, con 0.691.

Tabla 21

Comunalidades

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
Flor masc	1,000	,944
Flor fem	1,000	,947
Altura plta.	1,000	,975
Alatura mzca.	1,000	,934
Long. mzca.	1,000	,925
Diametro mzca.	1,000	,950
Hilera/mzca	1,000	,691
Granos/hilera	1,000	,778
Peso 1000	1,000	,978
Rdto. mzca.	1,000	,977
Rdto. Grano	1,000	,979
Rdto. Coronta	1,000	,930
Indice mzca.	1,000	,974

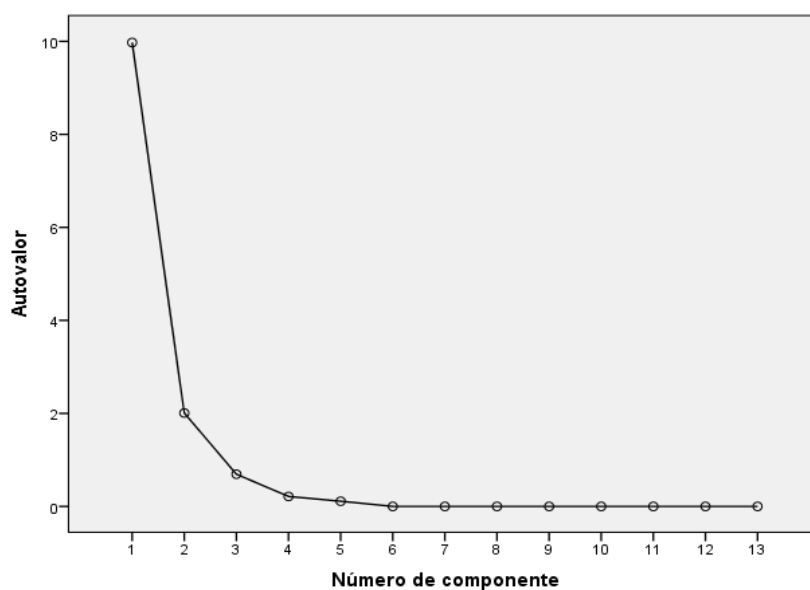
Método de extracción: análisis de componentes principales.

En la Tabla 22, se muestra la varianza total expuesta, que nos admite establecer que componente expone claramente lo sucedido en el tema, en esta situación surgen dos componentes, C1 y C2; que explica el 92.165% de la varianza total. El grafico de sedimentación, nos muestra que es el componente C1, el componente que alcanzó un buen rendimiento constituido por el más alto porcentaje de los parámetros; sumamos a ello el componente C2

Tabla 22*Variancia Total Explicada***Varianza total explicada**

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	9,974	76,725	76,725	9,974	76,725	76,725	9,778	75,216	75,216
2	2,007	15,440	92,165	2,007	15,440	92,165	2,203	16,949	92,165
3	,693	5,330	97,496						
4	,214	1,648	99,144						
5	,111	,856	100,000						
6	5,455E-16	4,197E-15	100,000						
7	3,063E-16	2,356E-15	100,000						
8	1,806E-16	1,389E-15	100,000						
9	1,375E-16	1,057E-15	100,000						
10	-7,826E-18	-6,020E-17	100,000						
11	-2,961E-16	-2,278E-15	100,000						
12	-7,085E-16	-5,450E-15	100,000						
13	-1,361E-15	-1,047E-14	100,000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Figura 19*Gráfico de sedimentación*

En la Tabla 23, la matriz de componente rotado, vemos, que el componente C1 es la más importante, por involucrar la mayor parte de variables.

Tabla 23

Matriz de Componente Rotado

	Matriz de componente rotado ^a	
	Componente	
	1	2
Flor masculina	-,342	,909
Flor femenina	,195	,953
Altura de planta	,986	,041
Altura de mazorca	,956	-,145
Longitud de mazorca	,836	-,476
Diámetro de mazorca	,957	-,186
Hilera/mazorca	,798	,235
Granos/hilera	,882	,022
Peso 1000	,988	-,042
Rendimiento de mazorca	,972	-,181
Rendimiento de grano	,975	-,170
Rendimiento de coronta	,930	-,256
Índice de mazorca	,987	-,022

Método de extracción: análisis de elementos importantes.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

Capítulo IV. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

Las variedades INIA – 615 arrojó el más alto rendimiento de mazorca con 9.01 t/ha, seguidos por las variedades, MMM, INIA – 601 y UNC – 47 que alcanzaron 7.68, 7.60 y 7.56 t/ha. respectivamente, los datos logrados para los parámetros, como índice de mazorca y peso de 1000 granos, éstas contribuyeron para que las variedades INIA – 615, MMM, INIA – 601 y UNC – 47 obtuvieran los rendimientos más altos de mazorca.

Las variedades INIA – 615, INIA – 601, UNC – 47, obtuvieron los mejores pesos de coronta, con 1.32, 1.23 y 1.17 t/ha, mientras que el tratamiento PMV – 581 obtuvo el menor peso de coronta, con 0.81 t/ha.

El tratamiento INIA – 615, mostró el rendimiento más alto de grano con 7.68 t/ha, seguido de las variedades MMM, UNC – 47 e INIA – 601, los cuales consiguieron rendimientos de grano equivalente a 6.53, 6.39 y 6.37 t/ha. Las variedades CANTENÑO y PMV – 581, reportaron los pesos más bajos de grano, equivalentes 5.15 y 3.92 t/ha.

De acuerdo a la matriz de correlaciones, los parámetros, longitud de mazorca, altura de planta, número de hileras por mazorca, diámetro de mazorca, número de granos por hilera, índice de mazorca y peso de 1000 granos, tuvieron una contribución importante en los rendimientos de grano, coronta y mazorca.

4.2. Recomendaciones

Considerar e intercambiar los logros del trabajo de investigación exhortando a los cultivadores la siembra de la variedad INIA – 615 por el mayor rendimiento y una mayor adaptación a las situaciones agro ecológicas en estudio.

Se exhorta la siembra de estas variedades estudiadas en diferentes altitudes con la finalidad valorar su persistencia con relación al rendimiento de mazorca.

Ejecutar trabajos concretos sobre labores culturales como densidades de siembra, niveles de fertilización, sistemas de riego, épocas de siembra, y MIPE, para lograr un mejor aumento en su productividad y así obtener mayor rentabilidad.

Referencias

- Abanto, W., Medina, A., Injante, P. (2014). Boletín Informativo -INIA, maíz INIA 601. Programa Nacional de Innovación Agraria en maíz. EEA baños del Inca Cajamarca.
- Aldrich, S. y Leng, E. (1974). *Producción Moderna de maíz*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina.
- Arias, M. (1958). Proyecto de una planta de maíz morado en Lima. [Tesis de Ingeniero Químico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Lima, Perú.
- Begazo, J.L. (2013), Marco de siembra en el rendimiento de maíz morado (*zea mays L.*) “Ecotipo Arequipeño” en la Irrigación Majes 2012-2013. [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Agustín]. 72 p.
- Bernier, G., Havelange, A., Houssa, C., Petitjean, A. & Lejeune, P. (1993). Physiological signals that induce flowering. *Plant Cell* 5:1147-1155.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263123222009>
- Bonilla, M. (2009). *Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de maíz*. INTA, Costa Rica. 72 p.
- Cabrera, C.R. (2016). Tres láminas de riego en el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado (*Zea mays L.*), bajo riego por goteo. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1960>
- Catalán, W. (2012). *Guía técnica Manejo integrado en el cultivo de maíz amiláceo*. Cusco, Perú. OAEPS-UNALM y Agrobanco. 30 p.

- Chichizola, J., López, E., Navarro, J. M., y Salinas, F. (2007). *Plan de negocios: "acopio, procesamiento y exportación de maíz morado"*. Trabajo aplicativo final presentado. EPG. UAP. Arequipa, Perú. 115p.
- Condori, S. (2006). Evaluación de líneas S1 de maíz morado (*Zea mays* L.) provenientes de la variedad PMV-581. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima, Perú. 98 p.
- Cruzado, L. (2008). Efecto de la fertilización fosforo - potásica en el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.). [Tesis Ing. Agrónomo, UNALM]. Lima, Perú. 87p.
- Espinoza, F. (2003). Efecto de la fertilización nitrogenada y densidad especial en el cultivo de maíz morado PMV-581 (*Zea mays* L.) bajo R.L.A.F goteo. Tesis Post grado. Especialidad Producción Agrícola. UNALM. Lima Perú.
- Fernández, H. (2009). Aplicación de roca fosfórica y diatomita incubada en microorganismos en el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en la estación experimental del INIA Canaán Ayacucho. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Ayacucho. UNSCH. 140 p.
- Fernández, N.A. (1995). Estudio de la extracción y pre-purificación de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.). [Tesis de Ing. en Industrias Alimentarias, UNALM] Lima - Perú. 116 pp.
- Fuentes, M. (2002). *El Cultivo del Maíz en Guatemala*. Instituto de Ciencias y Tecnologías Agrícolas-ICTA-Sub Programa de Maíz-Guatemala. 45 pp.
- Fuentes, M.R. (2002). *El cultivo de maíz en Guatemala una guía para su manejo agronómico*. ICTA.
- García, G. (2013.) Guía técnica "manejo integrado de plagas del cultivo de maíz amiláceo blanco. Quispicanchis, Cusco. PE. AGROBANCO. 22 p.

- Goodman, M., & Wilkes, H. G. (1995). Mystery and Missing Links. The origin: of Maize. In: Taba S. Maize Genetic: Resources. Technical Editor. CIMMYT, Mexico.
- Huamachumo, C. (2013). La cadena de valor de maíz en el Perú: diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas. Lima, Perú. IICA, 97 p.
- Hurtado, L. (1979). Efecto del régimen de riego y de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz híbrido PM -204. [Tesis de Ing. Agrónomo, UNALM]. Lima-Perú.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE), (2013). Resultados definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima, Perú. 62 p.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, PE). (2007). Boletín informativo Maíz INIA 615 Negro Canaán. Dirección de Investigación Agraria. Sub Dirección de Investigación de Cultivos, Programa Nacional de Investigación en Maíz.
- INIA, (2012). Ficha técnica: maíz morado. Recuperado de <http://www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/2131.pdf>
- ITACAB, (2012). Centro de recursos para la transferencia tecnológica. Siembra de maíz morado.
- Jaulis, C. (2010). Efecto del momento de aplicación de la fertilización N-P-K en cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de La Molina. 2010. [Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo, UNALM]. Lima -Perú.
- Justiniano, E. (2010). Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mayz* L.) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de La Molina. [Tesis de Maestría, UNALM]. 77 p.
- Lavado, A., Ráez, L. y Robles, R. (2013). El maíz morado como materia prima industrial. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*. UNMSM. 91 p. 15(2): 85-91.

- LLanos, C.M. (1984). *El maíz su cultivo y aprovechamiento*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Lopez, L. (1991). *Cultivos Herbáceos*. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España
- Manrique, A. (1988). *El Maíz en el Perú*. Editado por el Banco Agrario del Perú. Lima, Perú.
- Manrique, A. (1997). *El maíz en el Perú*. Consejo nacional de ciencia y tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 362 p.
- Manrique, A. (1999). El maíz morado peruano (*Zea mays* L. *amilaceae* st.) INIA-folleto N° 2-99 Lima -Perú. 24 p.
- Mayorga, A. (2011). Efecto de la densidad de siembra y de fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) cv. PMV-581, bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú. 118 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE), (2012). Maíz amiláceo, principales aspectos de la cadena agroproductiva. Dirección General de Competitividad Agraria. 1ra edición. Lima-Perú. 39 p.
- Oscanoa, C., y Sevilla, R. (2010). Razas de maíz en la sierra central del Perú, Junín, Huancavelica y ayacucho. 472 p.
- Otahola V., y Rodríguez Z. (2001). “Comportamiento agronómico de maíz dulce (*Zea mays* L.) bajo diferentes densidades de siembra en condiciones de sabana”.
<https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/5209/1/cg01003.pdf>
- Paucarima, E. G. (2007). Respuesta de maíz morado (*Zea mays* L.) a cuatro fórmulas de abonamiento y tres densidades de siembra Canaán a 2750 msnm Ayacucho. Tesis de Ing. Agrónomo, UNSCH]. Ayacucho, Perú. 82 p.

- Pinedo, R.E. (2015). "Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.), en la localidad de Canaán - Ayacucho". [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina], PE. 89 p.
- Piña, P.C. (2018). Comparativo de rendimiento y contenido de antocianinas en 6 variedades de maíz morado (*zea mays* L.) en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos, región Cajamarca. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Cajamarca - Perú. UNC. 66 p.
- Proyecto UE-Perú/Penxe, (2007). Estudio de mercado del ajo, cebolla, alcachofa, aceituna y maíz morado. Informe final elaborado por consorcio ASECAL, S.L. y Mercurio consultores, s.l. 413 p.
- Quispe, J., Arroyo, K., y Gorriti, A. (2007). Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* l.) en Arequipa-Perú proyecto No. 317-2007-CONCYTEC.
- Ramos, F. (2004). Efecto de los bioles en la producción de maíz morado. Tesis para optar el título de Ing. Agr. UNALM. Lima- Perú. 97 p.
- Requis, F. (2012). Manejo agronómico del maíz morado en los valles interandinos del Perú. INIA. Boletín N° 1-12. 23 p.
- Risco, M. (2007). Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Solid-Perú. 88 p.
- Rodríguez, E. (2007). Efecto de la densidad de fertilización N-P-K y de la aplicación de ácido húmico en el rendimiento de maíz morado cv. PMV- 581 bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima, Perú. UNALM.
- Segovia, V. (1997). Evaluación y caracterización de maíces de la orinoquia y amazonia venezolana. CSI. E. E AULA DEI. Zaragoza, España. 200 Págs.

- Serratos, J.A. (2012). El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. 2^a edición. Universidad Autónoma de la ciudad de México. México, D.F. 35 p.
- Sevilla, R. y Valdez, A. (1985). Estudio de factibilidad del cultivo de maíz morado. Fondo de Promoción y Exportación (FOPEX). Lima, Perú. 46 p.
- Sierra Exportadora (2012). Perfil Comercial: Antocianina de Maíz Morado [Consultado el 12 de mayo del 2016]. <http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil-comercial-de-antocianina-de-maiz-morado>.
- Sierra Exportadora, (2013). perfil comercial de antocianina de maíz morado. Lima, Perú. 35 p.
- Silva, J. (2008). Con Ustedes, su majestad, el Maíz Morado. Agroenfoque.
- Solid Perú. (2007). Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Extraído el 12 de mayo del 2016 desde:
<http://www.solidinternational.ch/wpcontent/themes/solid/sources/img/Conociendo-la-cadena-productiva-del-maiz-moradoen-Ayacucho11.pdf>.
- Taiz L., y Zeiger, E. (2006). Fisiología vegetal. El fitocromo y el control por la luz del desarrollo vegetal Pág 730-732. Recuperado de
<http://books.google.com.pe/books?id=1PRucJTUVrQC&printsec=frontcover&dq=fisiologia+vegetal+de+taiz+y+zeiger+el+fitocromo&hl=es419&sa=X&ei=0n9VUv75DYa9gTRmoDoCg&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q=fisiologia%20vegetal%20de%20taiz%20y%20zeiger%20el%20fitocromo&f=false>.
- Takhtajan, A. (1980). Outline of classification of flowering plants (Magnoliophyta). The Botanical Review. New York, Estados Unidos. 46: 225-226, 316-318.
- Tapia, M. y Fries, A. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima-Perú .209 p.

THE MIISTRY OF HEALTH AND WELFARE. REPRODUCED BY JAPAN FOOD

ADDITIVES ASSOCIATION. (2000). Japan's specifoications and standards for food additives, 7th Edition. Tokoyo, Japan. 375 Págs.

Tocagni, (1982). El maíz. Editorial albatros. Buenos aires-argentina.

Violic, A.D., Kocher, F., Palmer, A.F., y Nibe, T. (1982). Experimentación en Labranza Cero en Maíz en la Región Costera del Norte de Veracruz. Reunión Latino-americana de Ciencias Agrícolas, ALCA, Chapingo, México.

Yáñez, C. (2003). Catálogo de recursos genéticos de maíces de altura ecuatorianos INIAP. Programa de Maíz. Quito, Ecuador.

Anexos

Anexo A. Lista de Tablas

Anexo A1

Análisis de variancia para días al 50% de floración masculina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21.67	7	3.10	1.39	0.3087
Repetición	0.33	2	0.17 n.s	0.07	0.9286
Variedades	21.33	5	4.27 n.s	1.91	0.1795
Error	22.33	10	2.23		
Total	44.00	17			
C.V (%)	1.57				

Anexo A2

Análisis de variancia para días al 50% de floración femenina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.06	7	2.15	0.81	0.5987
Repetición	1.44	2	0.72 n.s	0.27	0.7673
Variedades	13.61	5	2.72 n.s	1.03	0.4528
Error	26.56	10	2.66		
Total	41.61	17			
C.V. (%)	1.57				

Anexo A3

Análisis de variancia para altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.42	7	0.06	3.51	0.0358
Repetición	0.09	2	0.04 n.s	2.57	0.1256
Variedades	0.33	5	0.07 *	3.89	0.0322
Error	0.17	10	0.02		
Total	0.59	17			
C.V. (%)	7.11				

Anexo A4

Análisis de variancia para altura mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.33	7	0.05	3.12	0.0505
Repetición	3.0E-03	2	0.0015 n.s	0.10	0.9070
Variedades	0.33	5	0.07 *	4.33	0.0233
Error	0.15	10	0.02		
Total	0.48	17			
C.V. (%)	10.18				

Anexo A5

Análisis de variancia para longitud de mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13.75	7	1.96	1.64	0.2298
Repetición	7.13	2	3.57 n.s	2.98	0.0964
Variedades	6.62	5	1.32 n.s	1.11	0.4150
Error	11.96	10	1.20		
Total	25.71	17			
C.V. (%)	6.74				

Anexo A6

Análisis de variancia para diámetro de mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.26	7	0.18	1.33	0.3297
Repetición	0.30	2	0.15 n.s	1.10	0.3704
Variedades	0.96	5	0.19 n.s	1.42	0.2968
Error	1.35	10	0.14		
Total	2.61	17			
C.V. (%)	7.29				

Anexo A7

Análisis de variancia para hileras por mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.39	7	0.63	2.65	0.0793
Repetición	0.10	2	0.05 n.s	0.22	0.8078
Variedades	4.29	5	0.86 *	3.62	0.0397
Error	2.37	10	0.24		
Total	6.76	17			
C.V. (%)	3.91				

Anexo A8

Análisis de variancia para granos por hilera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.95	7	0.42	0.94	0.5171
Repetición	1.21	2	0.61 n.s	1.36	0.3012
Variedades	1.73	5	0.35 n.s	0.77	0.5892
Error	4.47	10	0.45		
Total	7.42	17			
C.V. (%)	2.54				

Anexo A9

Análisis de variancia para índice de mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	7	0.0021	13.85	0.0002
Repetición	2.0E-05	2	0.00001 n.s	0.07	0.9355
Variedades	0.01	5	0.0029 **	19.37	0.0001
Error	1.5E-03	10	0.00015		
Total	0.02	17			
C.V. (%)	1.47				

Anexo A10

Análisis de variancia para peso de 1000 granos

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	159063.89	7	22723.41	12.02	0.0004
Repetición	536.11	2	268.06 n.s	0.14	0.8695
Variedades	158527.78	5	31705.56 **	16.78	0.0001
Error	18897.22	10	1889.72		
Total	177961.11	17			
C.V. (%)	8.92				

Anexo A11

Análisis de variancia para rendimiento de mazorca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33.12	7	4.73	9.36	0.0011
Repetición	0.48	2	0.24 n.s	0.47	0.6379
Variedades	32.64	5	6.53 **	12.92	0.0004
Error	5.05	10	0.51		
Total	38.17	17			
C.V. (%)	9.97				

Anexo A12

Análisis de variancia para rendimiento de grano

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25.66	7	3.67	10.48	0.0007
Repetición	0.31	2	0.16 n.s	0.45	0.6500
Variedades	25.34	5	5.07 **	14.49	0.0003
Error	3.50	10	0.35		
Total	29.15	17			
C.V. (%)	9.84				

Anexo A13

Análisis de variancia para rendimiento de coronta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.50	7	0.07	4.85	0.0128
Repetición	0.02	2	0.01 n.s	0.57	0.5825
Variedades	0.48	5	0.10 **	6.56	0.0059
Error	0.15	10	0.01		
Total	0.65	17			
C.V. (%)	10.84				

Anexo B. Lista de Figuras

Anexo B1

Preparación de suelo



Anexo B2

Desinfección de semilla



Anexo B3

Trazado de los surcos



Anexo B4

Desahije



Anexo B5

Variedad Morado Mejorada



Anexo B6

Variedad INIA - 601



Anexo B7

Variedad Canteño



Anexo B8

Variedad INIA - 615



Anexo B9

Variedad PMV - 581



Anexo B10

Variedad - 581



Anexo B11

Variedades de maíz morado



Anexo B12

Cosecha de seis variedades de maíz morado



Anexo B13

Variedad PMV - 581



Anexo B14

Muestras de seis variedades de maíz morado



Anexo B15

Resultado de Análisis de suelo del caserío Valle Conday realizados en INIA Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo.



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo Análisis	Completo	Muestras	Suelos -2
Nombre Srta.	LUZ ARELIS DEL ROCIO MELENDEZ LUNA	Cultivo Sembrar	Maíz Morado
Sector	CASERIO VALLE CONDAY	Altura	2,578 msnm
Distrito /Provincia	CUTERVO	Fecha Entrada	2/01/2018
Departamento	CAJAMARCA	Fecha Emisión	9/01/2018

Muestras	Extracto saturado						Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec	M.O	P	K	Calcar.	Ao.	Lo	Ar	
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%				
M-1	5.80	1.90	3.87	7.20	327	0.47	42	32	26	Franca
M-2	5.50	1.60	3.56	6.80	312	0.42	44	34	22	Franca

Muestras	% de	C. elec	Sodio Intercamb.	CIC	PSI	Tipo de Suelo	Yeso Agrícola
	Saturac.	mhos/cm	meq/100 grs	meq/100 grs	%		tons/ha/año
M-1	46.23	1.90	0.327	20.56	1.59	Normal	0.65
M-2	42.67	1.60	0.287	18.45	1.56	Normal	0.55

Resultado : reaccion moderadamente ácida y bajos niveles de salinidad y de sodio intercambiable, caracterizando a las muestras de Normal

.La fertilidad natural con deficiencias de fósforo, calcio y magnesio, elementos menores y potasio. El tenor de materia orgánica y CIC son de carácter medio alto. La textura predominante es Franca de alta retención de humedad, como se expresa en su Alta Saturación. Fortalecer estas deficiencias x ser el maíz muy exigente en nutrientes y hacer sangrías por q es sensible al exceso de humedad, pudre las raíces.

ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
Jefe Laboratorio Química y Suelos