



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE AGRONOMÍA ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

**Determinación del rendimiento y contenido de
antocianinas de siete genotipos de maíz morado (*Zea
mays* L.), en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Región
Cajamarca**

TESIS

Para optar el título profesional de:

Ingeniero(a) Agrónomo(a)

Presentado por

Eduar Torres Chilcón

Maribel Mejía Rubio

Asesor

M.Sc. José Avercio Neciosup Gallardo

LAMBAYEQUE – PERU

2020

**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**

FACULTAD DE AGRONOMIA

TESIS

**Determinación del rendimiento y contenido de
antocianinas de siete genotipos de maíz morado (*Zea
mays* L.), en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Región
Cajamarca**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero(a) Agrónomo(a)**

Presentado por

Eduar Torres Chilcón

Maribel Mejía Rubio

LAMBAYEQUE – PERÚ

2020

TESIS

**Determinación del rendimiento y contenido de antocianinas de
siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), en el Centro
Poblado de Yatún, Cutervo, Región Cajamarca**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero(a) Agrónomo(a)

Aprobado por el siguiente Jurado:



.....
Dr. Wilfredo Nieto Delgado
Presidente de jurado



.....
Ing. M.Sc. Gilberto Chávez Santa Cruz
Secretario



.....
Dr. Ricardo Chavarry Flores
Vocal



.....
M.Sc. José Avercio Neciosup Gallardo
Patrocinador

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre con todo mi amor y cariño, por su sacrificio de apoyarnos constantemente a mí y a mis hermanos, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su apoyo incondicional.

A mí querido abuelo que siempre estuvo pendiente de que no me faltara nada para seguir estudiando, aconsejándome y dando aliento para superarme cada día.

A mi hijo por darme la fortaleza de luchar día a día para alcanzar mi meta de ser un profesional y ofrecerle una vida mejor en un futuro.

A mis hermanos quienes sin esperar nada a cambio me apoyaron durante mi formación profesional dándome aliento para seguir adelante y alcanzar que este sueño se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

A dios por darme la voluntad, la fuerza para seguir adelante en todo este proceso de formación profesional.

A la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su saber científico para poder estudiar mi carrera.

Agradezco también a mi asesor de tesis el Ing. M.Sc. José Avercio Neciosup Gallardo por haberme brindado su apoyo durante todo el desarrollo de la tesis.

A la facultad de agronomía por aportar los saberes profesionales para ser un profesional competitivo en el marco de la sociedad.

A mi familia por ser un apoyo constante en todo este proceso, especialmente a mi madre.

INDICE GENERAL

	RESUMEN	Pág.
	ASTRAC	
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	Clasificación taxonomica del maiz	3
2.2.	Botánica	4
2.3.	Etapas de crecimiento del maíz	5
2.4.	Genética del maíz	7
2.5.	Maíz morado	8
2.5.1.	Origen histórico	8
2.5.2.	Principales variedades	9
2.5.3	Manejo agronómico y requerimientos del cultivo	9
2.5. 4.	Almacenamiento y comercialización	12
2.6.	Pigmentos antociánicos	13
2.6.1.	Naturaleza química de las antocianinas	15
2.6.2.	Factores que influyen en la estabilidad y color de las antocianinas	16
2.7.	Antecedentes	16
2.8.	Exportación del maíz morado	23
2.9.	Propiedades nutricionales, medicinales, beneficios y usos del maíz morado	25
2.9.1.	Propiedades nutricionales	25
2.9.2.	Propiedades y beneficios medicinales del maíz morado	26
2.9.3.	Usos del maíz morado	27
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1.	Ubicación del campo experimental	28
3.2.	Características físicas-químicas del suelo	28
3.3.	Registro de datos meteorológicos	28
3.4.	Instalación y manejo agronómico del experimento	30
3.5.	Diseño experimental	30
3.6.	Características del campo experimental	31
3.7.	Materiales, herramientas y equipos	32
3.8.	Material genético	32
3.10.	Características evaluadas	32
3.10.1.	Días al 50% de floración masculina	32
3.10.2.	Días al 50% de floración femenina	33
3.10.3.	Días a la madurez fisiológica	33

3.10.4.	Altura de planta	33
3.10.5.	Longitud de mazorca	33
3.10.6.	Número de hileras por mazorca	33
3.10.7.	Número de granos por hilera	34
3.10.8.	Diámetro de mazorca	34
3.10.9.	Materia seca total	34
3.10.10.	Índice de mazorca	34
3.10.11.	Rendimiento de mazorca	34
3.10.12.	Rendimiento de coronta	35
3.10.13.	Rendimiento de grano	35
3.10.14.	Peso de 1000 granos	35
3.11.	Determinación del contenido de antocianina	35
3.12.	Análisis estadístico	36
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1.	Análisis de variancia	37
4.2.	Análisis de las características evaluadas	37
4.2.1.	Días al 50% de floración masculina	37
4.2.2.	Días al 50% de floración femenina	39
4.2.3.	Días a la madurez fisiológica	39
4.2.4.	Altura de planta	43
4.2.5.	Número de hileras por mazorca	43
4.2.6.	Número de granos por hilera	43
4.2.7.	Longitud de mazorca	46
4.2.8.	Diámetro de mazorca	46
4.2.9.	Índice de mazorca	46
4.2.10.	Materia seca total	51
4.2.11.	Peso de 1000 granos	51
4.2.12.	Rendimiento de grano	51
4.2.13.	Rendimiento de mazorcas	55
4.2.14.	Rendimiento de coronta	55
4.3.	Contenido de antocianinas	58
4.4.	Análisis de clúster	59
4.5.	Matriz de correlaciones	61
V.	CONCLUSIONES	63
VI.	RECOMENDACIONES	64
VII.	REFERENCIAS	65

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Características químicas y físicas del suelo del campo experimental. Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	28
Tabla 2	Datos meteorológicos de temperaturas y precipitación, históricos del Distrito de Súcota, Cutervo, Región Cajamarca.	30
Tabla 3	Cuadrados medios del análisis de variancia para las características evaluadas de 07 variedades de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca – Perú, 2017.	38
Tabla 4	Promedios de días al 50% de floración masculina de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	40
Tabla 5	Promedios de días al 50% de floración femenina, de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	41
Tabla 6	Días a la madurez fisiológica, de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	42
Tabla 7	Altura de planta (cm), de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	44
Tabla 8	Número de hileras por mazorca, de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	45
Tabla 9	Número de granos por hilera, de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	47
Tabla 10	Longitud de mazorca (cm), de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	48
Tabla 11	Diámetro de mazorca (cm), de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	49
Tabla 12	Índice de mazorca, de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	50
Tabla 13	Materia seca total (kg/ha), de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	52
Tabla 14	Peso de 1000 granos (kg), de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	53

Tabla 15	Rendimiento de grano (kg/ha), de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	54
Tabla 16	Rendimiento de mazorcas (kg/ha), de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	56
Tabla 17	Rendimiento de coronta (kg/ha), de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	57
Tabla 18	Contenido de antocianina de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	59
Tabla 19	Historial de conglomeración	60
Tabla 20	Matriz de correlaciones de las características evaluadas en siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	62

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Días al 50% de floración masculina de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	40
Figura 2 Días al 50% de floración femenina de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	41
Figura 3 Días a la madurez fisiológica de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	42
Figura 4 Altura de planta de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	44
Figura 5 Número de hileras por mazorca de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	45
Figura 6 Número de granos por hilera de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	47
Figura 7 Longitud de mazorca de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	48
Figura 8 Diámetro de mazorca de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	49
Figura 9 Índice de mazorca de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017	50
Figura 10 Materia seca total de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	52
Figura 11 Peso de 1000 granos de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	53
Figura 12 Rendimiento de grano de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	54
Figura 13 Rendimiento de mazorcas de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	56
Figura 14 Rendimiento de coronta de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.). Cutervo, 2017.	57
Figura 15 Dendrograma de siete genotipos de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.	60

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en el Centro Poblado de Yatun – Distrito y Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, en el año 2017. El objetivo fue: determinar el rendimiento y contenido de antocianinas en siete genotipos de maíz morado. Las labores de preparación de terreno y aplicación de las prácticas agronómicas fueron adecuadas para el manejo de maíz morado. Se realizó el análisis físico-químico del suelo; la información meteorológica señala al Centro Poblado de Yatún con un clima ligeramente cálido. Se utilizaron siete genotipos de maíz morado. El trabajo se ajustó al diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones.

Se realizó el análisis de variancia para las características registradas; para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 0.05; así mismo se realizó un análisis de Clúster. Se determinó el contenido de antocianinas para cada uno de los genotipos evaluados. Interpretado los resultados, se concluyó: 1. El genotipo INIA-615 registró el mayor rendimiento de grano con 4323.81 kg/ha, similar estadísticamente a los genotipos PM-581 e INIA-601 que obtuvieron rendimientos de grano de 3759.52 y 3600.00 kg/ha. 2. El genotipo INIA-615 registró el mayor rendimiento de mazorcas con 5516.67 kg/ha, similar estadísticamente a los genotipos PM-581 e INIA-601 que obtuvieron rendimientos de 4719.05 y 4509.52 kg/ha. 3. Los rendimientos de coronta no difirieron estadísticamente, fluctuando entre 1693.10 y 1249.76 kg/ha. 4. Los genotipos INIA-615 y CANTEÑO mostraron el mayor número de granos por hilera con 21.33, similares estadísticamente al genotipo PM-581 (19.67 granos. 5. El genotipo INIA-601 presentó el mayor número de hileras con 11.67, seguido de los genotipos INIA-615, PM 581, Testigo Cutervo, UNC-47 y MMM. 6. El genotipo INIA-601 concentró el mayor contenido de antocianina con 7.12% seguido del genotipo UNC-47, que concentró 5.42%; el resto de materiales CANTEÑO, PM-581, INIA-615 y MMM concentraron, 4.11, 3.94, 3.93 y 3.44% respectivamente; el genotipo TESTIGO concentró la menor cantidad.

Palabras claves: antocianinas, genotipos, maíz morado, rendimiento

ABSTRACT

The work was developed in the Centro Poblado de Yatun - District and Province of Cutervo, Cajamarca Region, in 2017. The objective was: to determine the yield and anthocyanin content in seven purple corn genotypes. The work of land preparation and application of agronomic practices were adequate for the management of purple corn. The physical-chemical analysis of the soil was carried out; the meteorological information points to the Yatún Town Center with a slightly warm climate. Seven purple corn genotypes were used. The work was adjusted to the experimental design of Complete Random Blocks with three repetitions.

Analysis of variance was performed for the registered characteristics; For the comparison of means, the Tukey test was applied with a significance level of 0.05; Likewise, a Cluster analysis was carried out. The anthocyanin content was determined for each of the evaluated genotypes. Interpreting the results, it was concluded: 1. The INIA-615 genotype registered the highest grain yield with 4323.81 kg / ha, statistically similar to the PM-581 and INIA-601 genotypes that obtained grain yields of 3759.52 and 3600.00 kg / ha . 2. The INIA-615 genotype registered the highest pod yield with 5516.67 kg / ha, statistically similar to the PM-581 and INIA-601 genotypes that obtained yields of 4719.05 and 4509.52 kg / ha. 3. Crown yields did not differ statistically, fluctuating between 1693.10 and 1249.76 kg / ha. 4. The INIA-615 and CANTEÑO genotypes showed the highest number of grains per row with 21.33, statistically similar to the PM-581 genotype (19.67 grains. 5. The INIA-601 genotype presented the highest number of rows with 11.67, followed by the INIA-615, PM 581, Cutervo Control, UNC-47 and MMM genotypes 6. The INIA-601 genotype concentrated the highest anthocyanin content with 7.12% followed by the UNC-47 genotype, which concentrated 5.42%; the rest of the CANTEÑO materials , PM-581, INIA-615 and MMM concentrated 4.11, 3.94, 3.93 and 3.44% respectively; the WITNESS genotype concentrated the least amount.

Keywords: anthocyanins, genotypes, purple corn, yield

1 Facultad de Agronomía. Ing. egresada. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú
2 Facultad de Agronomía. Ing. egresado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú

I. INTRODUCCIÓN

Existe hoy en día una fuerte demanda mundial por el maíz morado debido a su contenido de antocianina, implicando una creciente importancia en Perú por su cultivo, beneficiando principalmente a los productores de la sierra. (Block *et al*, 1992, mencionado por Piña Díaz, 2018). El consumo del maíz morado, por el contenido de antocianinas ha tenido un impacto en la salud de quienes lo consumen, es un alimento nutraceutico por ser un antioxidante natural, beneficiando contra la hipertensión y ayudando a prevenir algunos tipos de cáncer, entre otros. (Block et al, 1992, mencionado por Piña Díaz, 2018).

La producción nacional de maíz morado se localiza en ocho departamentos, pero el 80% de la producción se concentra en Lima, Huánuco, Ancash y La Libertad.

Los maíces morados naturales existentes en el Perú son: el Cuzqueño, el Canteño, el morado de Caraz, el Arequipeño, el Negro de Junín. Por otro lado, la mayor concentración de antocianinas en el maíz morado se concentra en mayor cantidad en la coronta que es la parte no comestible. (Ugas, 2000, mencionado por BIOPAT.PERU, 2016).

Por lo señalado, el cultivo del maíz morado se considera una buena alternativa para los agricultores de esta región de la sierra, generarles mejores ingresos económicos. El hábito de consumo masivo de este cultivo, generalmente es como refresco “chicha morada”, utilizándose directamente las mazorcas de maíz morado, o procesándolo industrialmente para obtener maíz morado deshidratado en polvo soluble; a partir de estas dos formas se prepara postres, y otros derivados como las golosinas. En los últimos años, se ha intensificado el consumo del maíz morado, en el país y en el exterior, debido a que el pigmento morado que tiene este tipo de maíz (antocianinas) constituye un potente antioxidante natural, adquiriendo importancia medicinal, reportándose que previene enfermedades como el cáncer al colon, disminuye la obesidad y la diabetes, entre otras enfermedades.

Objetivo general

- Determinar el contenido de antocianina y evaluar el rendimiento de grano y sus componentes en siete genotipos de maíz morado, en el Centro Poblado de Yatún, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca.

Objetivos específicos.

- Determinar cuál de los siete genotipos de maíz morado tiene mayor rendimiento en el Centro Poblado de Yatún.
- Determinar cuál de los siete genotipos de maíz morado tiene mayor contenido de antocianinas, en condiciones del Centro Poblado de Yatún.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN DEL MAÍZ

La familia Poaceae incluye al género Zea, en la cual se clasifican al cultivo de maíz y sus parientes, los teocintles; incluye también a especies cultivadas de importancia como el trigo, arroz, avena, sorgo, cebada y caña de azúcar. Según Doebley e Iltis (1980), mencionado en Gob.mx, (2010), el maíz en función de sus caracteres de espiga o inflorescencia masculina, el género, se ha dividido en dos secciones luxuriantes y anuales.

Es posible que el maíz fuera domesticado, hace aproximadamente 8000 años; esto sustentado en base a diversos hallazgos, como cerámica y lítica principalmente, así como al estudio de sedimentos y depósitos de restos vegetales en contextos arqueológicos. La interacción de factores ecológicos y los procesos biológicos, han permitido la evolución del maíz, se agrega a ello los intereses del hombre. (Benz, 1997, mencionado por Gob.mx, 2010).

Las investigaciones sobre la constitución de los nudos cromosómicos de varias razas de maíz de México han confirmado que ocurrieron eventos independientes de domesticación del maíz, en cuatro centros localizados en México (dos en la región de Oaxaca-Chiapas, una en las tierras altas y una en las tierras medias al norte del estado de Morelos y Guerrero). Estos sitios son considerados como los lugares donde el germoplasma original del maíz fue domesticado de las poblaciones de Teocintle donde ya había ocurrido citogenéticamente la diversificación (Kato, 1984, mencionado en Gob.mx, 2010).

Aunque el período exacto de domesticación y los ancestros de los cuales surgió el maíz no son concluyentes. Se cree que hacia el año 3000 a.c. la domesticación de las plantas en el centro-sur de México era total y que la introducción del maíz al noroeste de México y el suroeste de E.U. puede atribuirse a la dispersión de grupos hablantes yuto-azteca que ocurrió durante los primeros siglos inmediatamente después del periodo Altitermal (Holoceno Medio), aproximadamente 1500 años después de su domesticación inicial (Carpenter et al. 2005; Carpenter com. pers., 2006, mencionados por Gob.mx, 2010).

2.2. BOTÁNICA

El sistema radicular del maíz presenta una parte de raíces adventicias seminales que constituye cerca del 52 % de la planta, mientras que el sistema nodular es el 48% de la masa total de raíces de la planta. La raíz sirve de anclaje a la parte área. Cuando la planta tiene tres hojas encima de la superficie, son ya visibles las plántulas pero sus puntos de crecimiento aun están bajo tierra. El tallo formado presenta varias estructuras básicas denominada fitómero: meristemo apical, profilo, hojas e internudos; es simple, erecto, alcanza alturas que varían entre 2 y 6 metros de altura, con numerosos nudos y entrenudos. Las panojas o mazorcas presentan un número variable de hileras que están entre 12 a 16 hileras, así mismo poseen un número de granos que varían entre 300 y 1000; el peso seco de la planta está constituido en un 42% por grano. Hay distintos tipos de grano según los compuestos químicos que contenga (PALIWAL,2001; FAO,1993; KATO, 2009, mencionados en Sánchez, 2014, pág. 152).

La planta de maíz es monoica, con inflorescencia femenina separada de la inflorescencia masculina; su polinización es anemófila dispersándose hasta un radio de 100 a 1000 metros. La flor femenina desarrolla desde la base hasta la parte apical, osea en forma acropétalo. (PALIWAL, 2001b; FAO, 1993; KATO, 2009, mencionados en Sánchez, 2014, pág. 152).

El fruto es indehisciente, cada grano se denomina cariósipide, no presentando latencia la semilla. El fruto maduro está constituido por un pericarpio que está fundido con la testa de la semilla formando la pared, un embrión que es diploide y endosperma triploide. Del 5 al 6% del peso total de grano está representado por el pericarpio, del 2 o 3 % por la aleurona, y del 12-13% por el embrión. El endospermo constituye la mayor proporción del peso total del grano con valores que varían entre 80-85%. La piloriza, constituye el resto del tejido del fruto; es una estructura que permite unir el grano con la espiga. (PALIWAL, 2001b; FAO, 1993, mencionados en Sánchez, 2014, pág. 153)

2.3. ETAPAS DE CRECIMIENTO DEL MAÍZ

(INIA, 2020) La descripción del desarrollo de la planta de maíz se divide en dos grandes estados fenológicos: vegetativo (V) y reproductivo (R). El primero se inicia con la emergencia de la plántula (estado VE) y luego comprende tantos estados como hojas tenga la planta, ya que la aparición de cada hoja marca el inicio de cada estado vegetativo. Así, la aparición de la primera hoja es el estado V1, la segunda hoja es el estado V2, etc., hasta la aparición de la panoja que se considera como estado VT. Cada estado vegetativo, se define con la aparición del cuello o lígula, que indica la total emergencia de la hoja sobre el tallo. Los

estados reproductivos comprenden los estados R1, que se inicia con la aparición de los estigmas, hasta el estado R6, que es la maduración fisiológica. (pág. 40).

Entender cómo crece y se desarrolla la planta de maíz, ayudará a aplicar más eficientemente las prácticas agronómicas que permitirán la obtención de mayores rendimientos. (pág. 40).

Pionner, (2015), refiere que existe más de un sistema para describir las etapas de desarrollo del maíz. El sistema del cuello de la hoja, marca las etapas fisiológicas que define el desarrollo en dos etapas: vegetativas (V) y reproductivas (R), facilitando la diferenciación entre las etapas, en vez de usar otros sistemas indicadores, como los sistemas de altura de la planta o numeración de hojas expuestas, que no son tan precisos. (pág. 9).

Pionner, (2015), señala que las etapas vegetativas (V) se caracterizan por la presencia del cuello de una hoja en hojas emergidas. La hoja de maíz tiene tres partes principales: el cuerpo, la vaina y el cuello. El cuello es la línea que demarca entre el cuerpo y la vaina. A medida que la planta de maíz crece, cada hoja sucesiva sale a la luz debido a la elongación del tallo y a la expansión de la hoja en secuencia desde la semilla hasta la panoja. La punta de la hoja es la primera parte visible; luego le sigue el cuerpo de la hoja, y finalmente el cuello y la vaina. Cuando un cuello es visible, la hoja se considera completamente emergida y se cuenta en el esquema de etapas. Las etapas vegetativas del desarrollo comienzan con la emergencia (VE) y continúan de forma numérica con cada hoja sucesiva hasta que emerge la panoja (VT). (Pág. 9).

Pionner (2015), menciona que las etapas reproductivas se caracterizan por la emergencia de granos en desarrollo en la mazorca, excepto por la primera etapa reproductiva (R1), que se identifica únicamente por la emergencia de estigmas de las chalas. Hay seis etapas reproductivas: R1 Aparición de los estigmas, R2 Blíster, R3 Grano lechoso, R4 Grano pastoso, R5 Grano dentado, R6 Grano maduro (pág. 10).

2.4. GENÉTICA DEL MAÍZ

El maíz se ha tomado como un cultivo muy estudiado para investigaciones científicas en los estudios de genética. Continuamente se está estudiando su genotipo y por tratarse de una planta monoica aporta gran información ya que posee una parte materna (femenina) y otra paterna (masculina) por lo que se pueden crear varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado, siendo el objetivo obtener combinaciones con altos rendimientos; para ello, se parte de plantas seleccionadas en masa que aporten características determinadas como resistencia a virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que desarrollen otras características que permita conseguir la mejora de cultivo. La forma de la mazorca de maíz con alto porcentaje de grano sin deformación es otro criterio de selección. (Gob.mx, 2010).

Según Sevilla y Valdéz, citados en Pinedo (2015), existe un gran número de variedades de maíz morado que se diferencian por la forma y tamaño de las mazorcas, por el número de hileras por mazorca, por el tamaño, forma y color del pericarpio de los granos y por otras características morfológicas. (pág. 22).

La formación de pigmentos antocianicos en el maíz morado, es como resultado de un trabajo complejo de genes ubicados en cromosomas diferentes; los pigmentos antocianicos son de color rojos y azules que al combinarse forman el color morado; de ahí la coloración en las plantas, corontas y pericarpio de los granos de maíz nativo. Manrique y Almeida citados en Pinedo, 2015, pág. 22),

En el marlo o tuza, se encuentra la mayor concentración de antocianinas, y constituye el 80% de la estructura de la mazorca del maíz morado, mientras que el grano representa el 20%. La mazorca del maíz morado debe su utilidad a sus propiedades colorante o tintórea (Lavado et al., 2013, citados en Pinedo, 2015, pág. 23).

2.5. MAIZ MORADO

2.5.1. Origen histórico

Las culturas precolombinas de Perú y México consideraron el maíz, como un cultivo sagrado. El maíz morado es el resultado de una mutación o cambio genético del maíz común que se produjo hace miles de años; nuestro país es único en cuanto a color y sabor. En diferentes lugares de América, florece cultivado o se encuentra en estado silvestre; en el Perú se cultiva desde épocas prehispánicas, conocido como sara o kulli sara, llamado también oro. En el Perú su cultivo está más extendido y se emplea masivamente en la elaboración de refrescos, sorbetes y postres, utilizándose también como ingrediente para algunos platos de la prestigiada comida peruana. Lo cultivan también los campesinos de Yucatán y las tribus indígenas Hobi y Navajos en los Estados

Unidos, pero en Perú su importancia es de muchas más trascendencia. (**EcuRed, 2017**)

2.5.2. Principales variedades:

Requis, (2012), reporta en el folleto sobre manejo agronómico del maíz morado en la zona interandina del Perú, las siguientes variedades de maíz morado:

- **Morado canteño**, es recomendado sembrarlo en la sierra media, inicia su floración femenina entre los 110 a 125 días después de la siembra. (pág. 10).
- **Morado PVM – 581**, necesita de 95 a 105 días para iniciar su floración femenina; se recomienda sembrarlo en la sierra media presenta. (pág. 10).
- **Morado PVM – 582**, su floración femenina ocurre entre los 55 y 60 días, recomendándose sembrar en la costa central. (pág. 10).
- **Morado Arequipeño**, su mejor crecimiento y desarrollo ocurre en la sierra media. (pág. 10)
- **Negro de Junín**, recomendada para sembrarlo en la sierra central. (pág. 10).
- **Morado INIA 601**, para siembra en sierra media, su floración femenina ocurre de 90 a 105 días después de la siembra. (pág. 10).
- **Morado INIA 615 - Negro Canaán**, requiere de 84 a 93 días para iniciar su floración femenina, y se recomienda sembrarlo en la sierra media. (pág. 10).

2.5.3 Manejo agronómico y requerimientos del Cultivo

Suelos variables, de textura franca a franco-arcilloso, profundos, sin problemas de drenaje, con buena retención de humedad. La acumulación de pigmentos en la coronta puede verse afectada por humedad excesiva; se

recomienda suelos con un pH entre 5 y 8, una conductividad eléctrica entre: 1-4 dS/m. (Ecured, 2017).

Época de siembra En los valles interandinos de la sierra, el maíz morado se puede sembrar entre 2000 y 2800 msnm. Las épocas más apropiadas son: en campaña chica, si se cuenta con agua de riego, en el mes de julio; y en campaña grande de octubre a noviembre. En la sierra se encuentra muy difundida la variedad morado Canteño, morado PVM 581 y en los últimos años se ha introducido el maíz morado INIA 601 liberado en la EEA Baños del Inca de Cajamarca y el morado INIA 615-Negro Canaán liberado en la EEA Canaán-Ayacucho, ambos para condiciones de valles interandinos de la sierra peruana. (Requis, 2015, pág. 11). Es adaptable a diversos climas de costa y sierra según las distintas variedades. (Ecured, 2017).

Densidad de siembra, recomendado realizar la siembra entre surcos a 0.80m y entre golpes 0.50 m, colocando tres semillas, con una densidad poblacional de 75 000 plantas/ha. Se requiere de unos 35 a 40 kg/ha. (Requis, 2012, pág. 11).

Abonamiento. Recomendar a los agricultores incorporar guano de corral y aplicar fertilizantes con una fórmula de 120-80-60 kg/ha de N, P O y K O 2 5 2 respectivamente; recomendándose aplicar el 50% del nitrógeno a la siembra y todo el fósforo y potasio; el 50% de nitrógeno restante se aplica cuando las plantas presentan entre 8 a 10 hojas, coincidente con el aporque, que

generalmente sucede entre los 30 a 40 días después de la siembra, en los valles interandinos. (Requis, 2012, pág. 11).

El control de malezas, puede realizarse manualmente o utilizando lampa o azadones, o aplicando herbicidas como la atrazina a dosis de 1.5 a 2.0 kg/ha para el control de malezas de hoja ancha, cuando las plantas de maíz presenten 2 a 4 hojas, con suelo húmedo a capacidad de campo; recomendable controlar durante los primeros 40 días para evitar la competencia por la luz, espacio, nutrientes que ejercen las malezas, además porque son hospederas de plagas y enfermedades. (Requis, 2012, pág. 12)

El aporque, es recomendable realizarla cuando las plantas tengan de 8 a 10 hojas extendidas con altura de 50 a 60 cm; es una práctica cultural aplicable para eliminar las malezas y con ello oxigenar el suelo próximo a las raíces favoreciendo una mejor absorción de los nutrientes, así mismo se evita el acame y protección de las raíces adventicias de soporte. (Requis, 2012, pág. 12).

Por la ocurrencia de sequía en los valles interandinos, se aplica **riegos** como complemento a las precipitaciones, en los momentos críticos: durante el establecimiento del cultivo, antes del aporque, en la etapa de floración y llenado de grano. (Requis, 2012, pág. 13).

Control de plagas del maíz morado. “Las plagas más importantes en el cultivo de maíz morado en los valles interandinos son: Gusano de tierra o

cortador (*Agrotis ipsilon*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), gusano mazorquero (*Heliothis zea*).” (Ecured, 2017).

La cosecha se ejecuta cuando los granos presentan aproximadamente 30% de humedad. Después debe someterse a **secado**, teniendo cuidado de no afectar la calidad del pigmento. El secado debe ser rápido, puede ser con aire forzado o con energía solar, pero la luz solar no debe incidir directamente a las mazorcas. Los **rendimientos**, se estima que fluctúan entre 5000 a 3000Kg/ha, dependiendo del nivel tecnológico”. (Ecured, 2017).

2.5.4. Almacenamiento y comercialización

El almacenamiento y comercialización del grano debe realizarse cuando, cuando este presenta menos del 14% de humedad; los almacenes deberán tener las condiciones adecuadas de ventilación, temperaturas promedio de 10°C, con humedad relativa entre el 50 y 60%, y libre y protegidos de roedores. En el almacén se debe colocar 3 o 2 pastillas de Phostoxin o Gastión por tonelada de mazorcas las cuales deberán cubrirse con mantas plásticas para control efectivo de insectos como polillas, gorgojos; este control debe realizarse con cuidado debido que las mazorcas serán destinadas para la elaboración de productos de consumo humano.

El maíz morado es valorizado por la presencia de pigmentos (antocianina) en la tusa, a mayor intensidad en el color morado, serán más preferidas por los intermediarios y en el mercado. Para su comercialización el maíz morado en mazorca debe presentar entre el 12 % a 14 % de humedad, libre de enfermedades, limpio y debidamente envasado; similar porcentaje de

humedad, debe poseer la tusa, con las recomendaciones de limpieza y sanidad, debidamente envasado. Dependiendo de las variedades el rendimiento de tusa representa el 16 % al 20 % del rendimiento de mazorcas; obteniéndose de 1200 a 1600 kg/ha, cuando se utiliza semilla mejorada y buen manejo agronómico. En el año 2006, la tusa en el mercado de exportación, registró un precio promedio de 3,24 de dólar por kilo, que permitía obtener ingresos de 3 500 a 5000 dólares por hectárea por venta. Coronta molida es otra forma de presentación que los agricultores deben implementar en forma organizada para obtener mejores ingresos económicos. (Requis, 2015, pág. 22).

2.6. PIGMENTOS ANTOCIÁNICOS

El color de la coronta y el grano del Maíz Morado peruano, es único en el mundo; este color es debido al pigmento antocianico, colorante natural de propiedades medicinales muy valorado en el campo de la medicina y en la industria de alimentos; se reporta que posee el principio activo de evitar la presencia de cáncer al intestino grueso (cáncer de colon), además de actuar como antioxidante, ayudando a la regeneración de los tejidos, fomentar el flujo de la sangre, reducir el colesterol y promueve la formación de colágeno, mejorando la circulación. (Productores Incas 2010, mencionado en Valera, 2019, pág. 6).

La industria alimentaria, cosmética y farmacéutica han visto en los colorantes naturales una opción para reemplazar a los colorantes sintéticos, existiendo una gran demanda por ellos, debido a su naturaleza química, inocuidad y funcionalidad. Las antocianinas, dentro de los colorantes naturales se

encuentran ampliamente distribuidas en el reino vegetal y están presentes en raíces, tallos, hojas, flores y frutos de las plantas superiores. (Gorriti A, et al, 2009, mencionado por BIOPAT-PERU, 2016, pág. 1)

“El maíz morado, concentra la mayor cantidad de antocianina en la coronta que es la parte no comestible, lo que no ocurre la concentración en los granos”. (Ugas, 2000, mencionado por BIOPAT-PERU, 2016, pág. 1).

Según el tipo de maíz morado, se determinará una mayor concentración de antocianina, así mismo según las partes del maíz. Las antocianinas están constituyendo colorantes potenciales para reemplazar los colorantes sintéticos utilizados en los alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos y para la obtención de productos con valor agregado dirigidos al consumo humano. La Unión Europea y la Legislación Japonesa reconoce estos pigmentos antocianicos con el Código E-163. (www.sierraexportadora.com, mencionado por BIOPAT-PERU, 2016, pág. 1).

“Las antocianinas se encuentran en mayor concentración en los frutos, flores y vegetales y se expresan en colores brillantes rojo, morado y azul. Estos pigmentos pertenecen a la familia de los flavonoides”. (Quispe, 2003, mencionado en Justiniano, 2010, pág. 23).

El término antocianina deriva del griego Antho “flor” y cyanin “azul”, fue utilizado por Marquant en 1835 para designar los pigmentos azules de las flores. Más tarde se descubrió que no solo era el color azul, sino también el púrpura,

violeta, magenta y todos los tonos de rojo, rosado, escarlata, que aparecen en muchas flores, frutos y algunas hojas y raíces de plantas lo que se deberían a pigmentos químicamente similares a las antocianinas de Marquant. (Lock, 1997, mencionado en Justiniano, 2010, pág. 23),

Nobuji *et al* y Araujo, mencionados en Justiniano (2010), caracterizaron la antocianina en el maíz morado boliviano (*Zea mays* L.) encontrando una longitud de onda máxima equivalente a 339 nm de aglycon, idéntica con la de la auténtica cianidina; el componente azúcar fue identificada como glucosa. Con estas evidencias, el mayor pigmento presente en granos y tusas del maíz morado fue identificado como cianidina 3,-glucósido. (pág. 23).

Sevilla y Valdez (1985), citados por Justiniano (2010), mencionan, en cuanto al Maíz morado, que para calcular el área para una demanda dada de antocianinas, se puede considerar un rendimiento por hectárea de 100 kilos de productos primarios del pigmento (sobre un rendimiento promedio sin fertilización de 2000 kilos de maíz, el 20 % es tusa que tiene una capacidad extracción del 10 % y el 80 % es grano con 4 % de capacidad de extracción). (pág. 24).

2.6.1. Naturaleza Química de las antocianinas

Las antocianinas son sales (Flavylium) derivados principalmente de las antocianidinas (aglycones o aglucones): Pelargonidina (I), Cianidina (II), Peonidina (III) Delfinidina (IV), Petunidina (V) y Malvidina (VI). La cianidina ocurre a nivel menos evolucionado. Las otras antocianidinas que ocurren en la naturaleza son derivados de una adición genética controlada, remoción o

metilación del grupo hidroxilo en el anillo B o estructura Flavylium. La glicosidación de estos pigmentos en posiciones 3,5 ó 7 o una combinación de estos, resulta en la formación de antocianinas. El azúcar en la molécula le confiere solubilidad y estabilidad a las antocianinas. (Delgado, 1989, citado en Pinedo, 2015, pág. 30)

2.6.2. Factores que influyen en la estabilidad y color de las antocianinas

Factores como la estructura y concentración del pigmento, pH, temperatura, calidad e intensidad de la luz a los que son sometidos, presencia de copigmentos, iones metálicos, enzimas, oxígeno, ácidos orgánicos con propiedades oxidantes y reductoras, azúcares, productos de degradación, dióxido de azufre, entre otros, afectan el color y estabilidad de los pigmentos antociánicos en el maíz morado (Quispe et al., 2007, citado en Pinedo, pág. 31).

Las antocianinas presentan el "electrón eficiente" en los núcleos flavilium, los cuales son altamente reactivos, sufriendo fácilmente modificaciones no deseables en su estructura y color bajo diversas condiciones de procesamiento y almacenamiento de productos alimenticios. El incremento de pH, presencia de oxígeno, la temperatura, ácido ascórbico, los azúcares y algunas enzimas, pueden producir la destrucción de antocianinas en forma acelerada (Fernández, 1995, citado en Pinedo pág. 31).

2.7. ANTECEDENTES

Valera, (2019), en su trabajo de Tesis “Efecto de la altitud en el rendimiento y en el contenido de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.) en el distrito de Ichocán, Cajamarca, concluye que:

- La altitud afecta en el rendimiento del maíz morado debido a la interacción que tiene la localidad con la variedad en sus distintas altitudes, donde los rendimientos más altos se encuentra en Chilca (2495 m de altitud) con 5.28 t ha-1 (Var. Canteño); seguido por La Victoria (3010 m de altitud) con 5.26 t ha-1 (Var. INIA - 601); y donde los rendimientos más bajos se encuentran en La Victoria (3 050 m de altitud) con un valor de 0.5 t ha-1 (Var. PM 581); La Victoria (3050 m de altitud) con un total de 0.39 t ha-1 (Var. INIA - 615) y por último por Poroporo (3180 m de altitud) con un valor de 0.34 t ha-1 (Var. PM 581). Destacando la localidad de Chilca (2495 m de altitud) y La Victoria (3010 m de altitud) con un rendimiento de 5.28 y 5.26 t ha-1 respectivamente. (pág. 64)
- La altitud afecta en el contenido de antocianina tanto en coronta como en bráctea del maíz morado debido a la interacción que tiene la localidad con la variedad en sus distintas altitudes, donde la variedad que ocupó el primer lugar en el contenido de antocianina en coronta fue, UNC – 47 con 6.22 % y el contenido de antocianina en bráctea fue la variedad INIA – 601 Con 2.38 %. (pág. 64).

Altamirano, (2019), realizó su trabajo de tesis “Efecto de la fertilización química en la concentración de antocianinas en tres variedades de maíz morado en el distrito Baños del Inca Región Cajamarca” con el objetivo de determinar el efecto de la fertilización química en la concentración de antocianinas;

concluyendo que: no existió diferencia estadística en el contenido de antocianinas en las tres variedades de maíz morado utilizadas en el experimento, INIA 601, la variedad maíz morado mejorado (variedad experimental), y la variedad maíz morado procedente de Huamachuco, concentrando 4.68%, 4.56% y 3.58% de antocianina. (pág. 25).

Muñoz y Díaz (2019), en su trabajo de investigación realizado en dos localidades, Centro Poblado de Yatún, Cutervo y en el Fundo “La Peña”, Lambayeque, con siete genotipos de maíz morado, concluyen que:

- En la localidad de Lambayeque, los genotipos PMV-581 y CANTEÑO registraron los mayores rendimientos de grano con 6487.33 y 5486.67 kg/ha; mientras que los genotipos TESTIGO, INIA-615 y UNC-47 registraron los menores rendimientos con 3783.33, 3753.67 y 2546.67 kg/ha. (pág 76).
- En la localidad de Yatún-Cutervo el genotipo PMV-581, registró el mayor rendimiento de grano con 6871.00 kg/ha, superior al resto de materiales; el genotipo UNC-47 fue el de menor capacidad productiva registrando 3049.67 kg/ha. (pág 76).
- Los genotipos mostraron una mayor capacidad productiva en la Localidad de Yatún-Cutervo, con respecto al comportamiento en la localidad de Lambayeque. (pág 76).
- En la localidad de Lambayeque, los rendimiento de coronta fluctuaron entre 1833.67 y 887.33 kg/ha de coronta, correspondiendo estos a los genotipos PM-581 y TESTIGO; en la localidad de Yatún - Cutervo, los rendimientos

de coronta oscilaron entre 2157.67 y 1219.67 kg/ha, perteneciendo a los genotipos CANTEÑO e INIA - 615. (pág 76).

- El rendimiento de coronta promedio obtenido en la localidad de Yatún-Cutervo fue de 1680.86 kg/ha, mientras que en la localidad de Lambayeque se registró 1445.71 kg/ha. (pág 76).
- En la Localidad de Lambayeque, el genotipo PMV-581 logró el mayor rendimiento de mazorca con 8321.00 kg/ha. En la localidad de Yatún-Cutervo el genotipo PMV-581, destaca registrando el mayor rendimiento con 8857.33. (pág 76).
- En la Localidad de Yatún-Cutervo se registró un rendimiento de mazorca promedio de 6619.05 kg/ha, mientras que en la localidad de Lambayeque el rendimiento de mazorca fue de 5905.00 kg/ha. (pág 76).
- En la Localidad de Yatún, los genotipos MMM, UNC-47 y TESTIGO concentraron mayor cantidad de antocianina con un 2.46, 2.24 y 2.27%. Por otro lado, en la localidad de Lambayeque, los genotipos MMM, PMV-581, INIA-601 e INIA-615 concentraron la mayor cantidad de antocianina, con 2.33, 2.61, 3.25 y 2.48%. (pág 76).

Torres (2018), en su trabajo de tesis “El despanojado en el índice de tinción en la tusa de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2750 msnm – Ayacucho” concluye que:

- Con el 75 % de la eliminación de la panoja se obtiene mayor longitud de mazorca, alcanzando 14.66 cm y logrando una longitud de la tusa de 14.92 cm. superando los demás tratamientos y es el que tiene un mayor diámetro

de tusa, seguidamente del 50 % de despanojado los que alcanzan un 2.43 cm y 2.40 cm. además al aplicar el 75 % de despanojado, se obtiene un mayor peso de tusa, llegando a un valor de 20.78 gr. Entonces se tiene un mejor resultado y rendimiento de 1,039 Kg./ha-1 . Superando a los demás tratamientos. (pág. 86).

- El índice de tinción de la tusa lograda en el presente experimento fue de 4.97, con el 75 % de la eliminación de la panoja, donde tiene un mayor índice de tinción superando a los demás tratamientos. La eliminación total de la panoja en el cultivo al (100 %) es una actividad muy severa que afecta la actividad normal de la fertilización. (pág. 86).

Piña (2018), realizó un trabajo de investigación con seis variedades de maíz morado en seis caseríos del distrito de Ichocán, Provincia de San Marcos, Región Cajamarca, en diferentes pisos altitudinales, desde 2300 a 3170 m.s.n.m. concluyendo que:

- Las variedades de maíz morado en estudio rindieron entre el más alto INIA-601 con 2562.70 y el más bajo Canteño con 925 kg ha⁻¹. Destacando la variedad INIA601 y UNC-47 con un rendimiento de grano seco de 2562.70 y 2018.30 kg ha⁻¹ (pág. 42).
- En el contenido de antocianinas tanto a nivel de coronta y brácteas ocupó el primer lugar la variedad INIA 601, con 6.39 % en coronta y 2.94 % en brácteas. (pág. 42).
- Según los resultados el mejor piso altitudinal para rendimiento de grano seco es la localidad de La Victoria con 2.56 t ha⁻¹ y Sunchupampa con 2.44 t ha⁻¹. (pág. 42).

Rojas (2018), en su trabajo de tesis “Influencia del índice de cosecha en las variedades de maíz morado (*Zea mays* amilacea cv morado) PMV 582 y Canteño en el distrito de Motupe” en Lambayeque, concluye que:

- La variedad PMV 582 presentó plantas con una mayor capacidad productiva (I.C.), con un índice de cosecha de 43.44% superando a la variedad Canteño que solo presentó un índice de cosecha del 40.29%. Las mejores plantas con el mayor índice de cosecha se encuentran en la variedad PMV 582. (pág. 115).
- Las mejores plantas con un mayor peso de grano lo presentan las plantas prolíficas de la variedad Canteño y en PMV 582, así como en las plantas de mazorca simple de PMV 582 con pesos de 269.64, 257.26 y 254.21 gramos por planta, respectivamente, mientras que las plantas con menor peso de grano se presenta las plantas simples de la variedad Canteño, con 451.43 gramos. (pág. 115).
- Las mejores plantas con una mayor biomasa lo presentan las plantas prolíficos de la variedad Canteño y en PMV 582, así como las plantas de mazorca simple de Canteño con valores de 687.57, 663.18 y 654.31 gramos por planta, respectivamente, mientras que las menos pesadas lo presenta las plantas simples de Canteño, con 451.43 gramos. (pág. 115).
- El mayor porcentaje de grano lo presento la variedad Canteño tanto de mazorca simple y prolífico con un 87.04% y 86.99% en su orden, superando estadísticamente a lo obtenido por PMV 582, que presento valores de 86.04% y 86.04% para plantas simples y prolíficas respectivamente. (pág. 115).
- El mejor esperado de ganancia por selección se obtuvo en la variedad PMV

582, con un 10% de ganancia. (pág. 115).

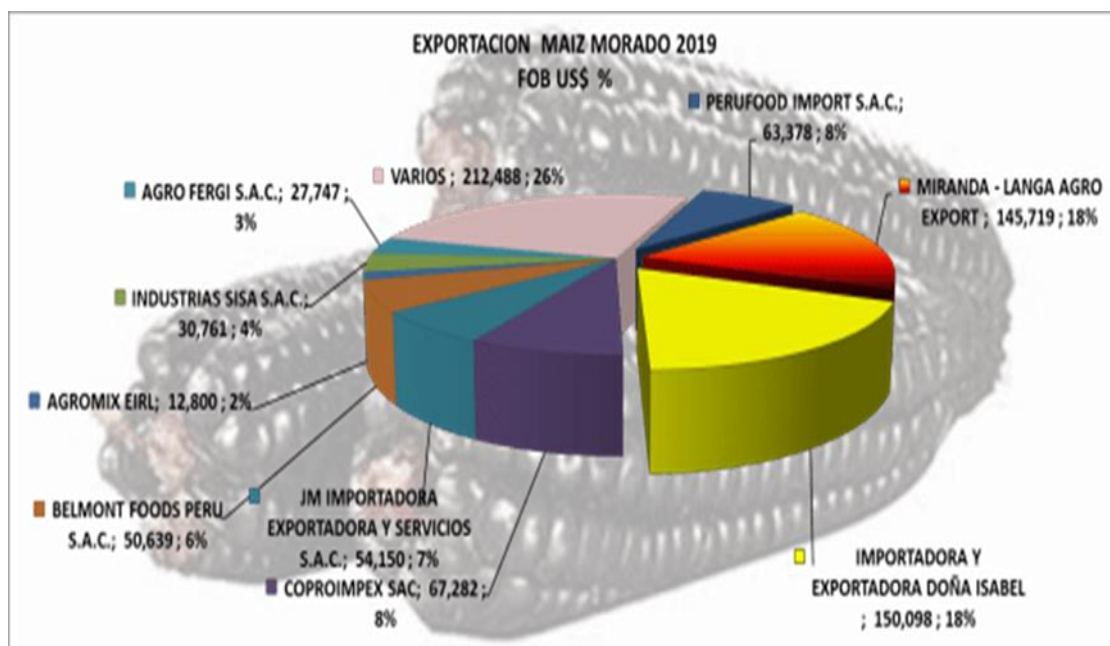
Mixan (2017), en su trabajo sobre selección masal estratificada en maíz morado Var. UNPRG-1, bajo condiciones de Motupe en Lambayeque, concluye que: Se seleccionó el 20% superior (31 unidades básicas): UB63, UB69, UB30, UB64, UB70, UB11, UB15, UB10, UB12, UB31, UB1, UB2, UB4, UB6, UB8, UB9, UB17, UB19, UB23, UB24, UB27, UB32, UB39, UB42, UB48, UB49, UB50, UB51, UB53, UB57, UB58, con valores de 2.0 a 1.5 mazorcas por planta, además fueron plantas con mayor peso de coronta por planta con mejor aspecto de color morado intenso que las variedades locales. (pág. 125)

RPP, (2013), informó que, luego de un largo trabajo de investigación, se pudo obtener una nueva variedad de maíz morado, el cual promete tener aceptación entre los consumidores. La nueva variedad de maíz morado denominada “UNC 47”, debido a su contenido de antocianina. Tiene un rendimiento de cuatro mil kilos por hectárea, el cual tiene un valor mayor al del maíz blanco, por lo tanto los agricultores tendrían una mejor rentabilidad.

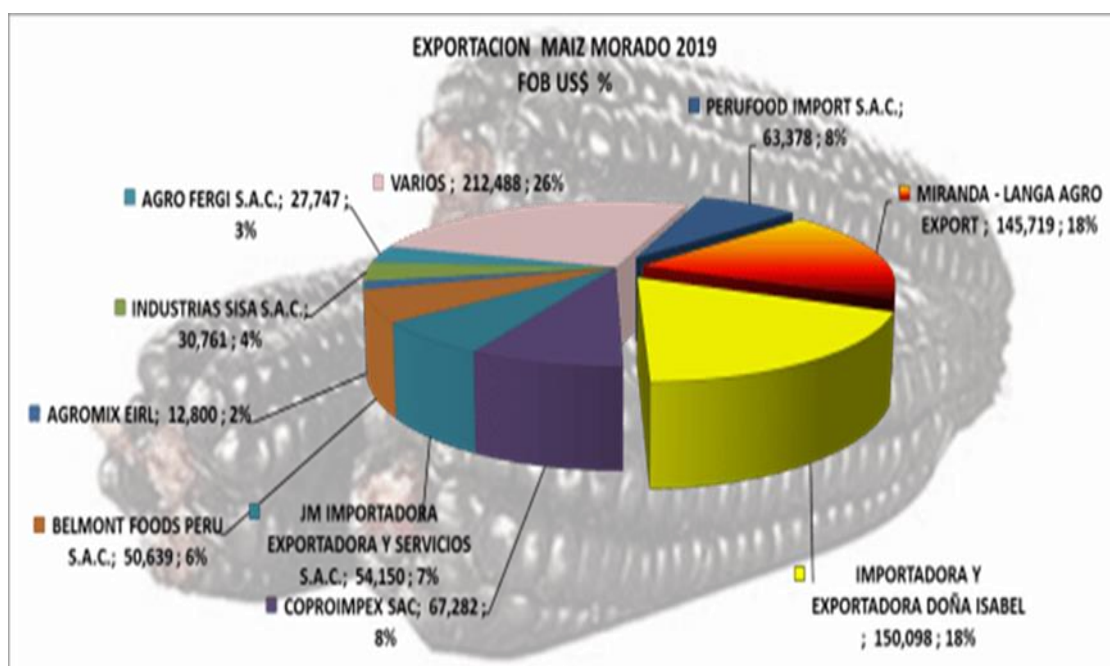
Quispe, *et al* (2011), en su trabajo para determinar las características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.), concluye que: - Los cultivares TC, PM 581 y TJ presentan diferentes comportamientos: en altura de planta sobresalió el cultivar TC, al momento de la cosecha y dentro de los caracteres peso de planta, peso de choclo, peso de panca y peso de mazorca sobresalió el cultivar TJ. Respecto a los resultados de antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de las corontas el cultivar PM 581 presentó significativamente los valores más altos. (pág. 215).

2.8. EXPORTACIÓN DEL MAÍZ MORADO

Agraria.pe, (2019), reporta que en el año 2018, mostró un camino ascendente para la exportación de maíz morado peruano en cuanto a volumen, aunque los valores no fueron acorde con dicha tendencia. Y es que en 2018 se despachó al exterior 20.865 kilos de este producto por un valor FOB de US\$ 1.515.030. Estas cifras, al compararse con los 10.128 kilos que se exportaron en 2017 por un valor entonces de US\$ 1.232.975, revelan que los envíos se duplicaron en cantidad, lo que no sucedió con los precios. La información, compartida por el portal Agrodata Perú, detalla que el mayor destino de las exportaciones nacionales de este rubro el año pasado fue Estados Unidos, que concentró el 79% del total de envíos. A continuación se ubicaron Corea del Sur con 15%, Canadá con 4% y otros con montos menores que en conjunto representaron un 2%. En tanto, entre las mayores empresas exportadoras de maíz morado se posicionaron Productos Naturales de Exportación SA con ventas por US\$ 564.2000; Sensient Natural Colors Perú SAC con US\$ 560.900, Globenatural Internacional SA con US\$ 219.000, Globenatural Colors SAC con US\$ 128.000, Inversiones 2A SAC con US\$ 15.428 y otros con montos menores que juntos sumaron US\$ 27.502.



Fuente: AGRODATAPERU, 2019



Fuente : AGRODATAPERU, 2019

EXPORTACION MAIZ MORADO				9		
MES	2019			2018		
	FOB	KILOS	PREC. PROM.	FOB	KILOS	PREC. PROM.
ENERO	65,182	35,657	1.83	6,960	518	13.44
FEBRERO	65,106	31,114	2.09	84,609	56,173	1.51
MARZO	34,872	24,075	1.45	75,243	44,487	1.69
ABRIL	83,296	40,729	2.05	149,376	73,946	2.02
MAYO	38,194	23,648	1.62	99,734	101,060	0.99
JUNIO	76,901	47,002	1.64	132,662	113,085	1.17
JULIO	169,114	117,618	1.44	76,397	41,443	1.84
AGOSTO	108,229	82,239	1.32	128,416	111,317	1.15
SEPTIEMBRE	174,168	124,810	1.40	55,143	72,062	0.77
OCTUBRE	-	-		179,123	152,892	1.17
NOVIEMBRE	-	-		121,113	73,524	1.65
DICIEMBRE	-	-		81,611	51,107	1.60
TOTALES	815,062	526,892	1.55	1,190,387	891,614	1.34
PROMEDIO MES	90,562	58,544		99,199	74,301	
% CREC. ANUAL	-9%	-21%	16%	-5%	3%	-7%

Fuente: AGRODATAPERU, 2019

2.9. PROPIEDADES NUTRICIONALES, MEDICINALES, BENEFICIOS Y USOS DEL MAÍZ MORADO

2.9.1. Propiedades Nutricionales

(delMaiz.info., 2019), menciona las siguientes propiedades y beneficios del maíz morado:

- Contiene proteínas, aceite y el mayor por ciento es en almidón.
- Posee vitaminas y minerales esenciales como lo son el hierro, fósforo, niacina y antocianinas siendo esta última de sus principales propiedades y de las que más beneficios le aportan a la salud humana.
- Además posee fitonutrientes.

2.9.2. Propiedades y beneficios medicinales del maíz morado

delMaiz.info, (2019), menciona los principales beneficios del maíz morado en la salud y el valor nutricional que nos puede aportar en las dietas:

1. Por la presencia de antocianinas, que son antioxidantes por naturaleza, presentes tanto en los granos como en la mazorca, ayudan a nuestro organismo en el sistema circulatorio y ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares, protegiendo a nuestros vasos sanguíneos de un posible deterioro oxidativo. En otras palabras ayudan a prevenir el envejecimiento prematuro.
2. Las antocianinas presentes en el maíz morado tienen un efecto anti inflamatorio.
3. Ayuda a la regeneración de tejidos y formación de colágeno, siendo beneficioso para la salud de la piel.
4. Ayuda a controlar y reducir los niveles de colesterol en la sangre y a mantener una presión arterial baja.
- 5.
6. En la alimentación ayuda a que nuestro organismo sintetice los ácidos grasos siendo esto muy favorable para las personas con diabetes y para las personas que padecen de obesidad.
7. No está comprobado al 100% pero se estudia la posibilidad de que el maíz morado también sea muy bueno para prevenir enfermedades como el cáncer de colon.

2.9.3. Usos del maíz morado

- Dado todas las propiedades y beneficios que vimos anteriormente los maíces morados son utilizados en la industria para elaborar píldoras o capsulas enfocados mayormente para controlar la presión arterial.
- También es utilizado el grano hecho polvo o micro partículas para mejorar los efectos antioxidantes.
- Del maíz morado se extraen miles de recetas, entre las más conocidas está la mazamorra y la chicha morada.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se ejecutó en el Centro Poblado de Yatun, Distrito, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca, localizada en la Sierra Norte del Perú, entre los meses de marzo a julio del 2017; geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas entre 06°16'12'' - 06°32'60'' latitud sur y entre 78°59'24'' - 78°45'36'' longitud oeste, con una altitud entre 1100 a 3400 msnm.

3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS-QUÍMICAS DEL SUELO

Para determinar las características físicas-químicas del suelo experimental (Tabla 01), se realizó el muestreo del suelo. Se determinó un suelo con una textura Arcillosa, pH neutro, con un contenido medio de materia orgánica, no presentó problemas de sales, bajo contenido de fósforo, medio de potasio. Las características de suelo en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, presentó una clase textural Arcilloso, con un pH neutro, sin problemas de sales, mediano contenido de materia orgánica, bajo contenido de fósforo, medio de potasio.

TABLA 01. Características químicas y físicas del suelo del campo experimental. Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

	Ao %	Lo %	Arc %	Clase Textural	pH	C.E dS/cm	M.O. (%)	P ppm	K Ppm
Yatún, Cutervo	32.56	16.36	51.08	Ar	7.22	0.22	3.15	7	172

Fuente: Laboratorio Agrícola CYSACG, Chiclayo

3.3. REGISTRO DE DATOS METEOROLÓGICOS

Se consideró los datos meteorológicos del lugar en el que se condujo el presente trabajo (Tabla 02). El Centro Poblado de Yatún, no tiene Estación Climatológica; pertenece al distrito de Cutervo, sin embargo tiene más proximidad al distrito de Sócata; por ello reportamos datos históricos de este lugar. Sócata presenta un clima templado y cálido, clasificándose como Cfb por el sistema Köppen-Geiger; su temperatura promedio es de 17.4 ° C, con precipitaciones de 866 mm. (CLIMATE-DATA-ORG, s.f.)

Temperatura

La temporada templada dura 3,2 meses, del 21 de diciembre al 27 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 21 °C. El día más caluroso del año es el 13 de enero, con una temperatura máxima promedio de 21 °C y una temperatura mínima promedio de 9 °C. La temporada fresca dura 1,6 meses, del 2 de junio al 23 de julio, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 20 °C. El día más frío del año es el 17 de julio, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y máxima promedio de 19 °C. (CLIMATE-DATA-ORG, s.f.)

Precipitación

La probabilidad de días mojados en Socota varía durante el año. La temporada más mojada dura 6,9 meses, de 7 de octubre a 2 de mayo, con una probabilidad de más del 15 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 30 % el 19 de marzo. La temporada más seca dura 5,1 meses, del 2 de mayo al 7 de octubre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 1 % el 24 de julio. Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo

lluvia, con una probabilidad máxima del 30 % el 19 de marzo. (CLIMATE-DATA-ORG, s.f.)

Tabla 02. Datos meteorológicos de temperaturas y precipitación, históricos del Distrito de Súcota, Cutervo, Región Cajamarca.

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temperatura media (°C)	17.6	17.7	17.2	16.8	16.3	16.6
Temperatura min. (°C)	11.9	11.8	10.5	9.8	9.7	9.8
Temperatura máx. (°C)	23.4	23.6	23.9	23.8	23.0	23.4
Precipitación (mm)	118	97	61	39	33	37

Fuente : CLIMATE-DATA-ORG, s.f.

3.5. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO

Este trabajo se instaló en el centro Poblado de Yatún, Distrito de Cutervo, en el mes de marzo del 2017; preparándose el terreno con yunta, cruzando el terreno, y eliminando el rastrojo del cultivo anterior. Se realizaron los surcos a cordel a un distanciamiento de 0.80 m; previo a siembra, la semilla fue tratada con Orthene y Vitavax para impedir el ataque de gusano de tierra y microorganismos del suelo; la siembra se realizó a una distancia entre golpes de 0.50 m, colocando tres semillas. El número de surcos por unidad experimental fue de cinco, con una longitud de 5.00 m. Las malezas fueron controladas manualmente con palana durante los primeros 50 días, para evitar su competencia con las plantas de maíz. Se presentó gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gusano mazorquero (*Heliothis zea*), que fueron controladas, aplicando oportunamente plaguicidas como el Coragen. Las necesidades hídricas del cultivo fueron cubiertas con riego por aspersión y complementadas con las precipitaciones que naturalmente ocurren en la sierra. La fertilización, se realizó con aplicación de urea como fuente nitrogenada (fraccionado), fosfato diamónico como fuente fosforada, y sulfato de potasio como fuente potásica.

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones, ubicando el material genético dentro de cada repetición en forma aleatorizada.

3.7. CARACTERÍSTICAS DE CAMPO EXPERIMENTAL

Numero de repeticiones : 03

Numero de genotipos : 07

Parcela:

N° de surcos por parcela : 04

Distancia entre surcos : 0.80 m.

Largo de parcela : 05 m.

Ancho de parcela : 3.2 m.

Área de parcela : 16.00 m²

Bloques o Repeticiones

N° de parcelas/bloque : 07

Ancho de bloque : 5.0 m.

Largo de bloque : 22.40 m.

Área de bloque : 112.00 m².

Área total de Bloques : 336.00 m²

Calles:

Número de calles : 04

Ancho de calle : 1.5 m

Largo de Calle : 22.40 m

Área de calles : 134.4 m²

Experimento:

Área neta del experimento: 470.00 m².

Área total del experimento: 600.00 m².

3.8. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Materiales e insumos, como : Yeso, semillas, fertilizantes, pesticidas, cordel, wincha, estacas, libreta de campo, mantas, baldes, plumones, reglas, bolsas plásticas, lapiceros, lápices, cartel, letreros.

Herramientas y equipos: Palanas, rastrillos, machetes, mochila, balanza, estufa.

3.9. MATERIAL GENÉTICO

Se evaluaron siete genotipos

1. GENOTIPO CUTERVO
2. INIA 615
3. UNC 47
4. MAÍZ MORADO MEJORADO (MMM)
5. CANTEÑO
6. PM 581
7. INIA 601

Cabe señalar, que seis materiales fueron proporcionados por la Estación Experimental “Baños” de INIA – Cajamarca. El material Genotipo Cutervo, ha sido adquirido en el mercado de abastos de Cutervo, que actuó como testigo.

3.10. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

3.10.1. Días al 50% de floración masculina

Esta característica se registró cuando el 50% de la población de plantas de cada parcela presentaron la inflorescencia masculina.

3.10.2. Días al 50% de floración femenina

Se evaluó cuando el 50% de la población de cada parcela, mostraron expuestos los pistilos de los jilotes.

3.10.3. Días a la madurez fisiológica

Se considera los días cuando las plantas manifiestan senescencia y las mazorcas manifiestan en sus granos la capa negra.

3.10.4. Altura de planta

Se determinó en una muestra de diez plantas representativas al azar de cada parcela. La altura se midió desde la base del tallo hasta el último nudo donde nace la última hoja, base de la inflorescencia masculina. Este dato se registró cuando las plantas de alcanzaron la madurez fisiológica.

3.10.5. Longitud de mazorca

Para medir esta característica se tomaron diez mazorcas representativas al azar en cada unidad experimental. Se medirá de extremo a extremo en cada mazorca.

3.10.6. Número de hileras por mazorca

Para su registro, se consideró una muestra de diez mazorcas representativas tomadas al azar en cada unidad experimental. Se contó el número de hileras en cada mazorca, obteniéndose un promedio.

3.10.7. Número de granos por hilera

Se registró en una muestra de diez mazorcas representativas, tomadas al azar por cada parcela experimental.

3.10.8. Diámetro de mazorca

Esta evaluación se registró en una muestra de diez mazorcas, midiéndose en el diámetro con un vernier, en el tercio medio de la mazorca

3.10.9. Materia seca total

Se tomaron muestras de plantas, en estado de madurez fisiológica, en un metro lineal, de los surcos centrales de cada unidad experimental. Las muestras se colocaron en estufa por espacio de 72 hrs. a 80° C, hasta obtener un peso constante. Luego fueron pesadas, peso que fue expresado en kg/ha.

3.10.10. Índice de mazorca

Se calculó relacionando el peso de grano 10 mazorcas con el peso de las mismas.

3.10.11. Rendimiento de mazorcas

Se registró una vez realizada la cosecha por cada parcela, las mazorcas fueron colocadas en manta para su secado por espacio de 10 días, luego se pesaron las mazorcas, expresándose en kg/ha.

3.10.12. Rendimiento de coronta

Cosechada las mazorcas por cada parcela, después del secado se procedió a realizar el desgane y pesar la coronta, peso que fue expresado en kg/ha.

3.10.13. Rendimiento de grano

Realizado el desgrane de las mazorcas, después del secado, se pesó el grano por unidad experimental. Realizado el ajuste del grano al 14% de humedad, el peso se expresó en kg/ha.

3.10.14. Peso de 1000 granos

Se tomaron tres muestras de 1000 granos por cada unidad experimental, para luego obtener un promedio.

3.10.15. Determinación del contenido de antocianina

Para determinar el contenido de antocianinas, previamente se tomaron muestras de mazorcas en el campo en número de se tomaron 4 mazorcas por cada unidad experimental y en cada repetición, se formó una muestra compuesta por cada genotipo, para luego desgranar y dejar las corontas para su análisis en el laboratorio. Los análisis fueron llevada a cabo en laboratorios Pronex (Productos naturales de exportación) (<http://web1.pronexperu.com/>), utilizando el siguiente procedimiento:

1. REACTIVOS

Solución de etanol - ácido clorhídrico 2.0 N (85:15)

Agua desionizada.

2. DESARROLLO

2.1. Mezclar bien la muestra usando la espátula.

2.2. Pesar P gramos de muestra, de acuerdo a la tabla de pesos y purezas, en el vaso de precipitado de 150 ml, previamente tarado.

- 2.3. Adicionar 5 ml de agua desionizada al vaso para disolver la muestra y posteriormente adicionar solución de etanol – ácido clorhídrico.
- 2.4. Adicionar esta solución al embudo que se encuentra dentro de la fiola de 100 ml, hacer varias lavadas al vaso para que no queden remanentes del color y adicionarlas a la fiola.
- 2.5. Enrasar hasta la marca con la solución etanol – ácido y tapar.
- 2.6. Mezclar bien invirtiendo cada vez (10 veces como mínimo).
- 2.7. Para el caso del análisis de la materia prima pesar el producto molido (o rallado) en un vaso de 250 ml y agregar 100 ml de la solución de etanol - ácido. Poner a agitar a 60°C por 2 horas. Cumplido el tiempo, parar la agitación y dejar sedimentar.
- 2.8. Tomar una alícuota de 5 ml y colocar en una fiola de 100 ml y enrasar con solución etanol – ácido.
- 2.9. Agitar la fiola hasta homogenizar.
- 2.10. Leer la absorbancia a 535 nm usando como blanco agua desionizada celdas de 1 cm de lado.
- 2.11. Calcular la concentración de antocianina:

$$\% \text{ANTOCIANINA} = \frac{Abs_{(535)} \times 2000}{982 \times P_{(g)}}$$

El valor de absorbancia deberá estar entre **0,60 y 0.70**.

3.11. ANALISIS ESTADISTICO

Todas las características se analizaron aplicando el siguiente procedimiento:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = es la observación de la i-ésima genotipo en el j-ésimo bloque

μ = es la media general del experimento

α_i = es el efecto asociado de la i-ésimo genotipo

β_j = es el efecto asociado al j-ésimo bloque

ε_{ij} = variación aleatoria asociada a la parcela de la i-ésimo genotipo en j-ésimo bloque

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE VARIANCIA

En la tabla 03 se presenta el análisis de variancia de las características evaluadas, pudiéndose apreciar que para la fuente de variación Repetición la mayor parte de las características mostraron no significación estadística, con excepción del rendimiento de grano y la materia seca total; en cuanto a la fuente de variación **Variedad**, las características altura de planta, índice de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, materia seca total y rendimiento de coronta, mostraron no significación estadística, lo que indica que la expresión de estas características fue similar en las variedades evaluadas, aceptándose por lo tanto la hipótesis nula; sin embargo en el resto de características se mostraron con alta significación estadística, implicando el rechazo de la hipótesis nula, por lo tanto la expresión de estas características fue variable en las variedades de maíz morado evaluado. Los coeficientes de variación, se consideran aceptables, encontrándose en los rangos permitidos y garantizando la toma y registro de datos.

4.2. CARACTERÍSTICAS REGISTRADAS

4.2.1. Días al 50% de floración masculina

La variedad **UNC-47** necesito del mayor número de días para iniciar la floración masculina con 95.33 días, mostrándose superior estadísticamente sobre las variedades restantes, siendo las variedades **PM-581** y **MMM**, los que se comportaron como los más precoces necesitando ambos de 88.67 días. (**Tabla 04, Figura 01**).

TABLA 03. Cuadrados medios del análisis de variancia para las características evaluadas de 07 variedades de maíz morado (*Zea mays* L), Cutervo, Región Cajamarca – Perú, 2017.

Característica		Repetición	Genotipos	Error	C.V. (%)
	GL	2	6	12	
Días floración femenina		0.19 n.s	15.21 **	0.63	0.84
Días floración masculina		0.90 n.s	17.49 **	0.52	0.79
Días madurez fisiológica		1.19 n.s	26.86 **	0.52	0.60
Altura de planta		0.01 n.s	0.08 n.s	0.04	9.44
Índice de mazorca		0.00094 n.s	0.00046 n.s	0.00033	2.43
Diámetro de mazorca		0.09 n.s	0.16 n.s	0.11	4.74
Nº de granos por hilera		0.43 n.s	27.67 **	1.10	5.81
Nº de hileras / mazorca		1.19 n.s	1.49 n.s	0.63	7.68
Longitud de mazorca		0.68 n.s	2.25 *	0.72	7.22
Materia seca total		4741788.19 *	949214.32 n.s	941413.75	9.87
Peso de 1000 granos		0.00027 n.s	0.01 **	0.00018	3.96
Rendimiento de grano		487218.19 *	658660.61 **	85163.17	8.39
Rendimiento de mazorca		521577.43 n.s	1048497.43 **	167670.45	9.31
Rendimiento de coronta		6854.58 n.s	58960.14 n.s	34441.89	12.94

*: Significativo **: Altamente Significativo n.s : no significativo, con niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01

4.2.2. Días al 50% de floración femenina

La prueba de Tukey detectó diferencias estadísticas entre los valores promedios referente a los días que necesitaron las variedades para alcanzar el 50% de floración femenina; la variedad UNC-47, necesitó de un mayor número de días para iniciar la floración femenina, con 98.33 días, mostrándose similar estadísticamente a la variedad INIA-601, pero superior a los genotipos restantes; el genotipo Testigo y la variedad Maíz Morado Mejorado (MMM), se comportaron como los más precoces, necesitando de 92.67 y 91.67 días. (**Tabla 05, Figura 02**).

4.2.3. Días a la madurez fisiológica

La variedad UNC-47, ratifica su comportamiento para expresar su floración masculina y femenina, mostrándose como la más tardía para alcanzar su madurez fisiológica, necesitando de 125.67 días, y superior estadísticamente a los materiales genéticos restantes; las variedades MMM, PM-581, CANTEÑO e INIA-615 se comportaron como los más precoces, necesitando de 119.67, 119.00, 118.00 y 118.00 días respectivamente. (**Tabla 06, Figura 03**).

Muñoz – Díaz (2019), realizaron su trabajo de tesis en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, con material genético similar, pero ejecutado entre los meses de octubre del 2017 y febrero del 2018, que es la época de lluvias o lo que comúnmente los pobladores le llaman invierno, registrando necesidades diaria para alcanzar la madurez fisiológica con un mayor número de días; siendo los genotipos MMM y CANTEÑO las que necesitaron de 147.33 y 146.33 días, mientras que las variedades INIA-615 y PM-58 se comportaron como los más precoces, necesitando de 139 y 138.67 días para alcanzar la madurez fisiológica; resultados que varían mucho con los nuestros. Al respecto tenemos en cuenta que la ejecución de nuestro trabajo se realizó

Tabla 04. Promedios de días al 50% de floración masculina de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
UNC-47	95.33	A
INIA-601	91.00	B
T. CUTERVO	91.00	B
INIA-615	89.00	B C
CANTEÑO	89.00	B C
PM- 581	88.67	C
MMM	88.67	C
DMS	2.05	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

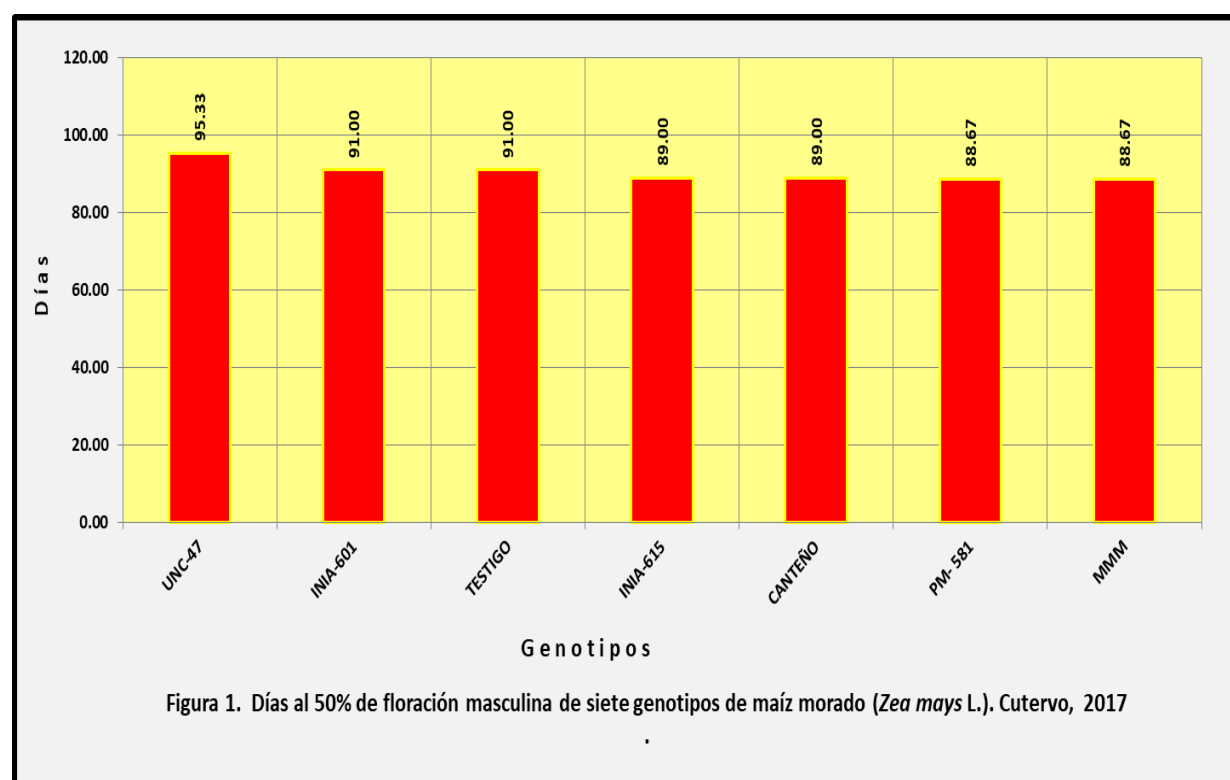


Tabla 05. Promedios de días al 50% de floración femenina, de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
UNC-47	98.33	A
INIA-601	96.67	A B
PM- 581	95.00	B
CANTEÑO	94.67	B C
INIA-615	94.67	B C
T. CUTERVO	92.67	C D
MMM	91.67	D
DMS	2.27	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

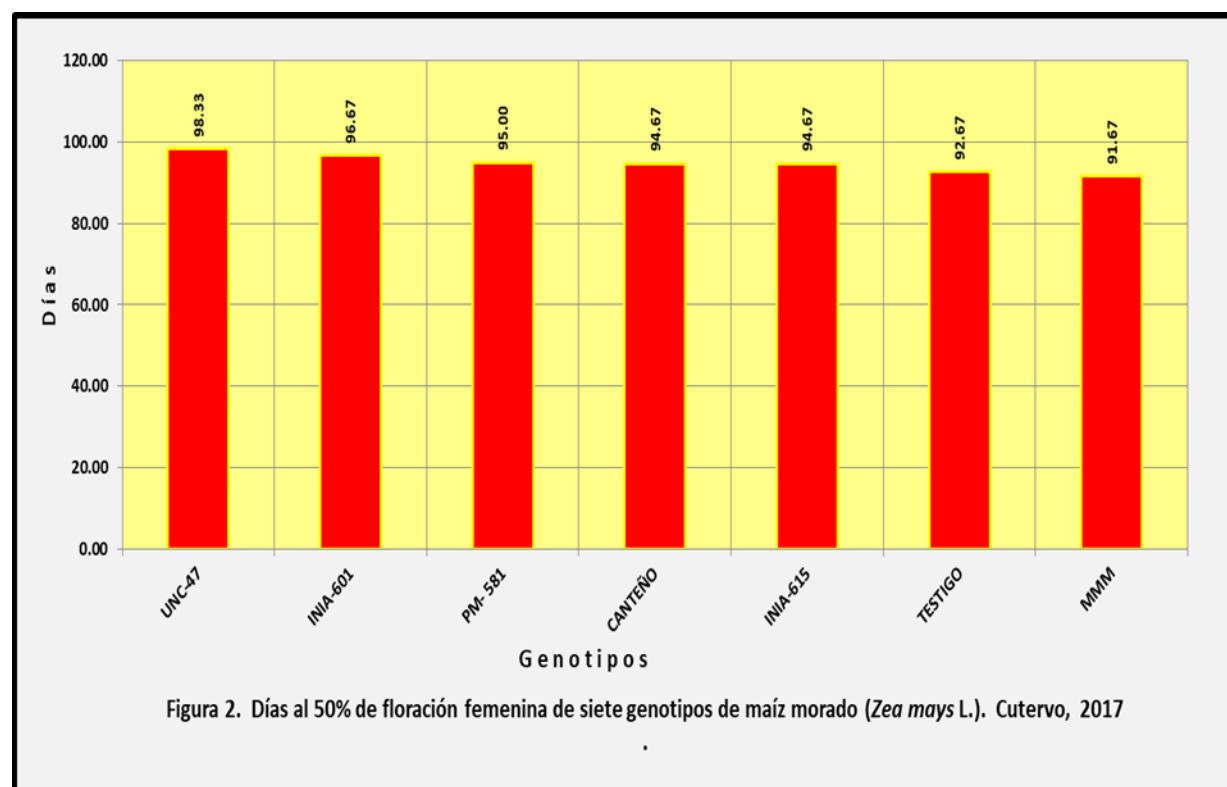
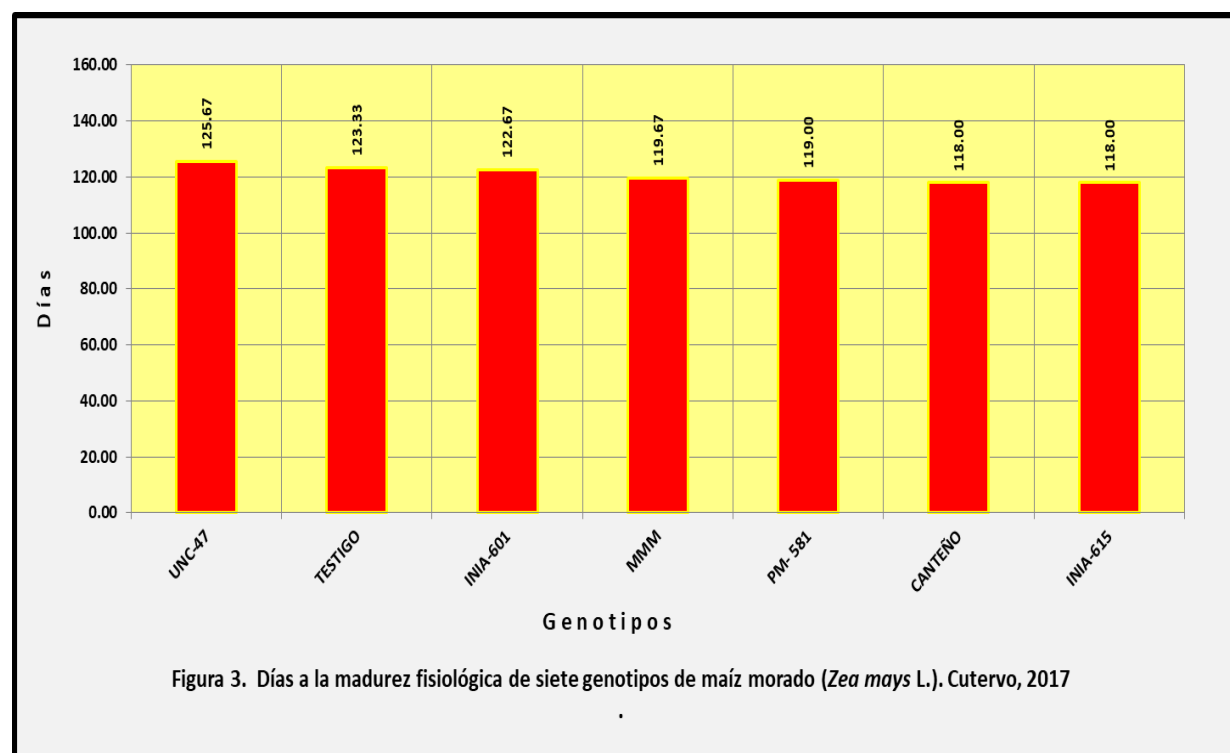


Tabla 06. Días a la madurez fisiológica, de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
UNC-47	125.67	A
T. CUTERVO	123.33	B
INIA-601	122.67	B
MMM	119.67	C
PM- 581	119.00	C
CANTEÑO	118.00	C
INIA-615	118.00	C
DMS	2.06	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



en campo entre los meses de marzo del 2017 y Julio del 2017, que es la época de ausencia de lluvias o lluvias esporádicas, época que los agricultores le llaman verano. Estos escenarios, puede ser motivo de la diferencia en cuanto a las necesidades diarias para alcanzar la madurez fisiológica.

4.2.4. Altura de planta

Los valores promedio de altura de planta registrada por los genotipos de maíz morado mostraron igualdad estadística, cuyos valores fluctuaron entre 2.30 y 1.93 m, correspondiendo estos a los genotipos INIA-601 e INIA-615. (**Tabla 07, Figura 04**) **Muñoz – Díaz** (2019), en su trabajo realizado en el mismo lugar de nuestro trabajo, determinan resultados similares a los obtenidos en nuestro trabajo; CANTENO e INIA-615 registraron alturas de 2.18 y 1.97 m.

4.2.5. Número de hileras por mazorca

Los valores promedio del número de hileras registrado para cada genotipo de maíz morado, mostraron diferencias estadísticas, donde el genotipo INIA-601 expreso el mayor número de hileras con 11.67, mostrándose similar estadísticamente con los genotipos INIA-615, PM 581, Testigo Cutervo, UNC-47 y MMM; pero superior al genotipo CANTENO, que registró el menor número de hileras por mazorca, con 9.33 hileras. (**Tabla 08, Figura 5**). **Rojas Mejía** (2018), en su trabajo sobre índice de cosecha en dos variedades de maíz morado, CANTENO y PMV-581, en la Costa Norte, determina diferencias estadísticas entre sus valores promedio, de 11.75 y 11.59 hileras, respectivamente; valores estos superiores a los obtenidos en nuestro trabajo; sin embargo son similares a los obtenidos por **Muñoz – Díaz** (2019).

4.2.6. Número de granos por hilera

Los valores promedios obtenidos por los genotipos, mostraron diferencias estadísticas, donde los genotipos INIA-615 y CANTENO registraron el mayor número

Tabla 07. Altura de planta (cm), de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
INIA-601	2.30	A
MMM	2.30	A
UNC-47	2.12	A
PM- 581	2.12	A
T. CUTERVO	1.98	A
CANTENO	1.93	A
INIA-615	1.93	A
DMS	0.56	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

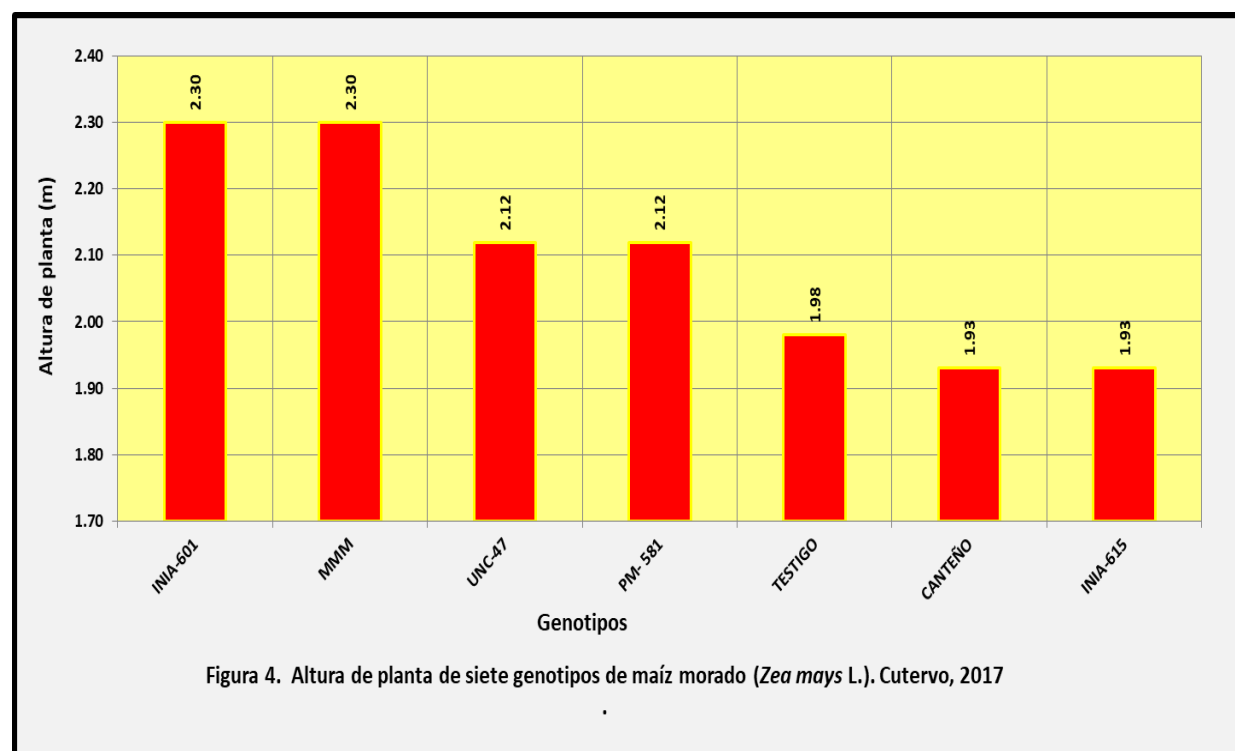
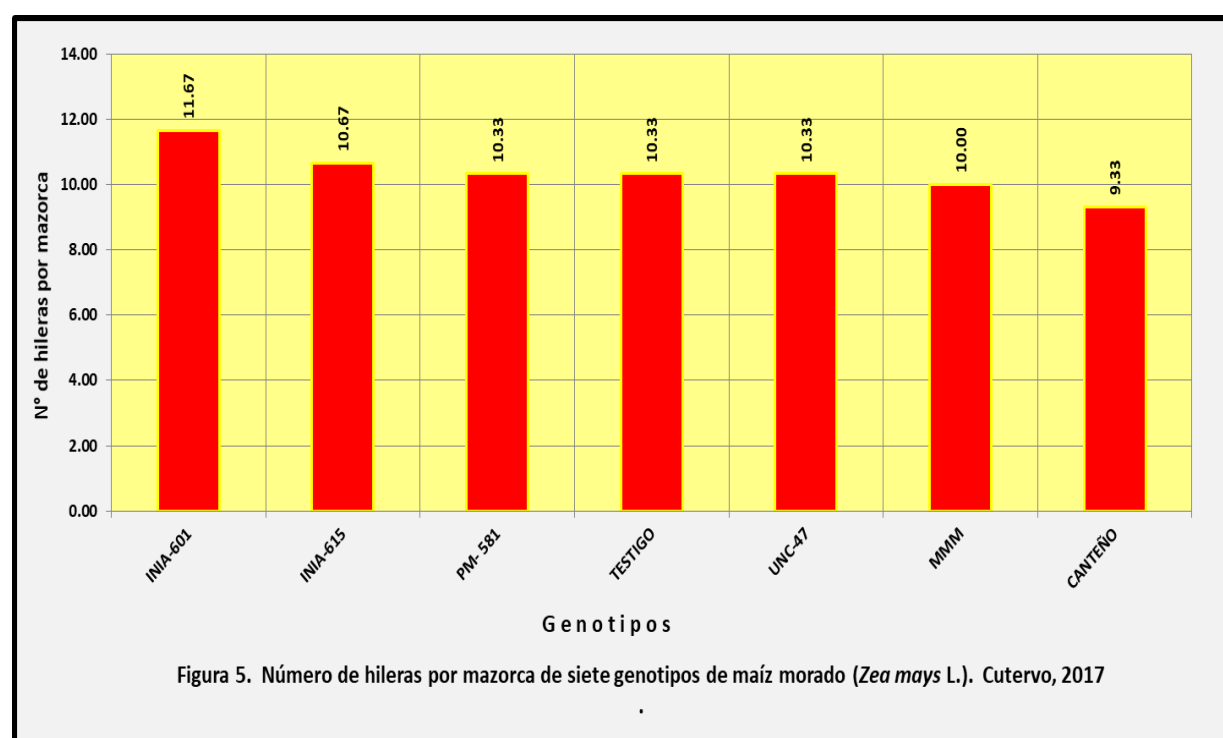


Tabla 08. Número de hileras por mazorca, de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
INIA-601	11.67	A
INIA-615	10.67	A B
PM- 581	10.33	A B
T. CUTERVO	10.33	A B
UNC-47	10.33	A B
MMM	10.00	A B
CANTEÑO	9.33	B
DMS	2.27	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



de granos por hilera con 21.33, similares al genotipo PM-581 (19.67 granos), pero superiores a los genotipos restantes; INIA-601 y MMM, registraron los menores valores con 14.67 y 13.67 granos. (**Tabla 09, Figura 06**). Nuestros resultados, indican que los genotipos INIA-615, CANTENÑO y PM-581, posiblemente tuvieron mayor eficiencia para translocar los fotoasimilados hacia los órganos reproductivos demandantes para formación de grano, así como también consideramos que es una característica genética.

4.2.7. Longitud de mazorca

Aplicada la prueba de Tukey se detectó similitud estadística entre los valores promedio obtenido por los genotipos en evaluación. Los valores oscilaron entre 13.23 y 10.88 cm, correspondiendo estos valores a los genotipos CANTENÑO e INIA-601. (**Tabla 10, Figura 07**). Nuestros resultados contrastan con los obtenidos por **Muñoz – Díaz** (2019), que realizaron un trabajo con el mismo material, en el mismo lugar Centro Poblado de Yatún, pero en diferente época; donde CANTENÑO e INIA-601 registran 16.67 y 15.83 cm de longitud de mazorca.

4.2.8. Diámetro de mazorca

Los valores promedio de diámetro de mazorca registrados para cada uno de los genotipos, mostraron similitud estadística; fluctuando sus valores entre 7.35 y 6.65 cm, correspondiente a los genotipos MMM y UNC-47. (**Tabla 11, Figura 08**).

4.2.9. Índice de mazorca

Aplicado la prueba discriminadora de Tukey, se detectó que los valores promedio de índice de mazorca obtenidos por los genotipos de maíz morado no difirieron estadísticamente; oscilando sus valores de índice de mazorca entre 0.77 y 0.73. Esto indica que las mazorcas de cada uno de los genotipos tienen la misma capacidad para formar grano del total de su estructura. (**Tabla 11, Figura 09**).

Tabla 09. Número de granos por hilera, de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
INIA-615	21.33	A
CANTEÑO	21.33	A
PM- 581	19.67	A B
UNC-47	18.00	B
T. CUTERVO	17.33	B C
INIA-601	14.67	C D
MMM	13.67	D
DMS	2.99	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

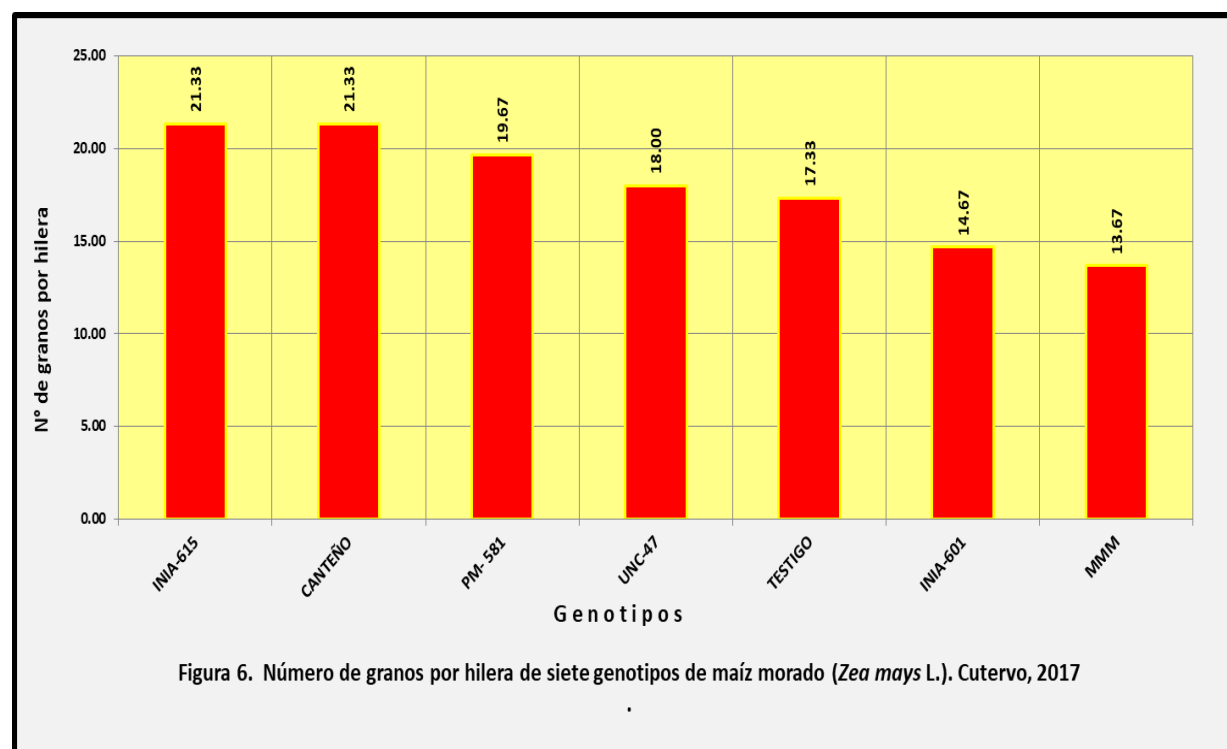


Tabla 10. Longitud de mazorca (cm), de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
CANTEÑO	13.23	A
PM- 581	12.53	A
T. CUTERVO	11.68	A
INIA-615	11.47	A
UNC-47	11.40	A
MMM	10.90	A
INIA-601	10.88	A
DMS	2.42	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

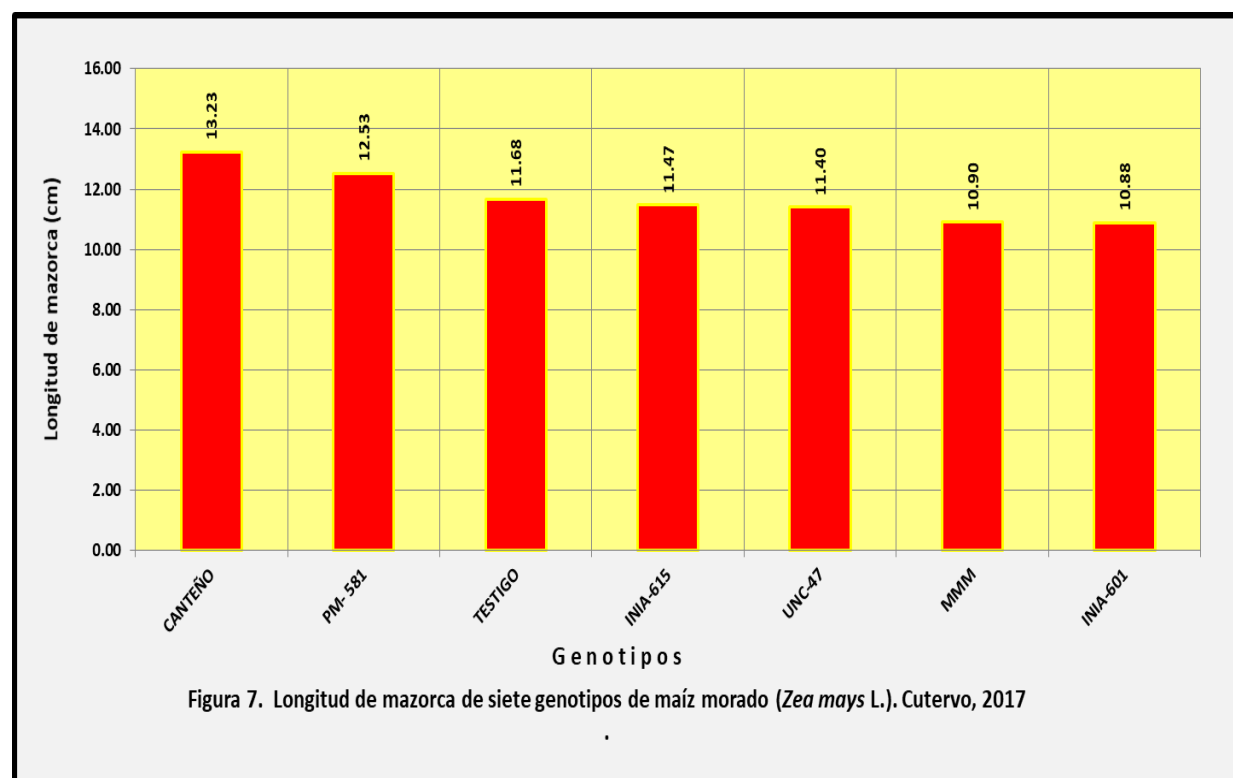


Tabla 11. Diámetro de mazorca (cm), de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
MMM	7.35	A
INIA-601	7.13	A
INIA-615	7.10	A
CANTEÑO	6.97	A
PM- 581	6.88	A
T. CUTERVO	6.82	A
UNC-47	6.65	A
C.V. (%)	0.94	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

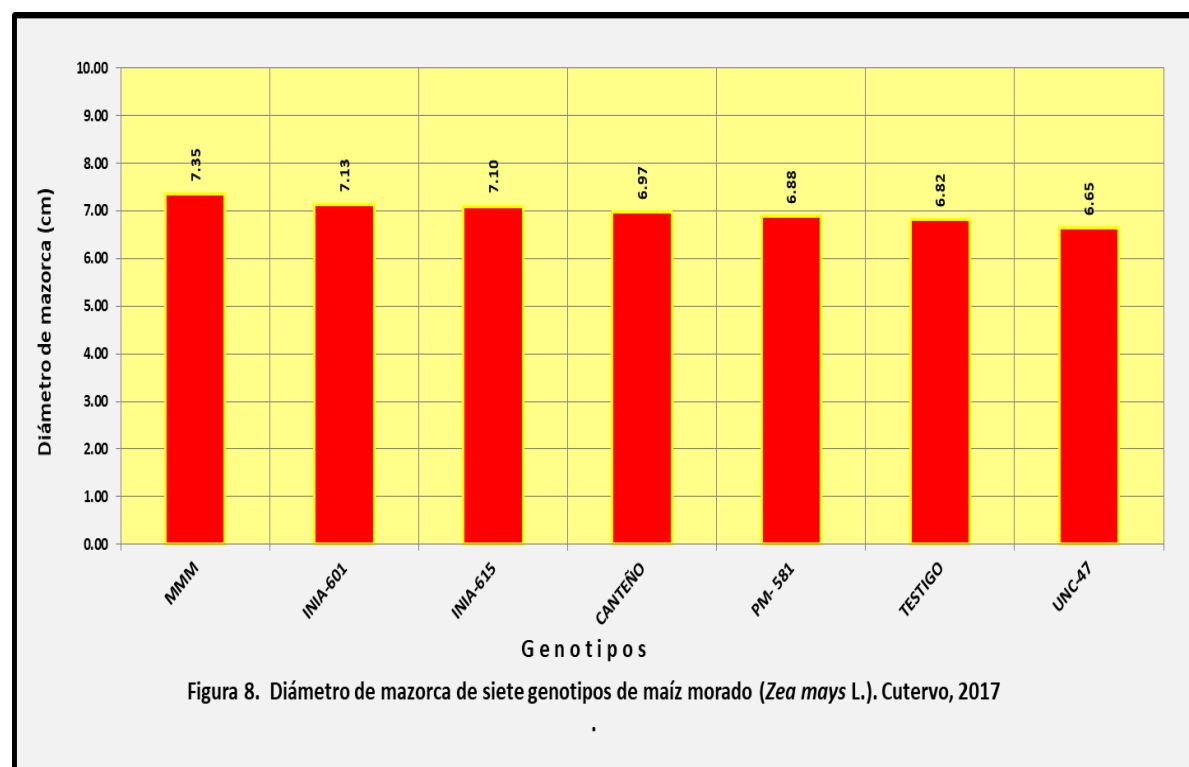
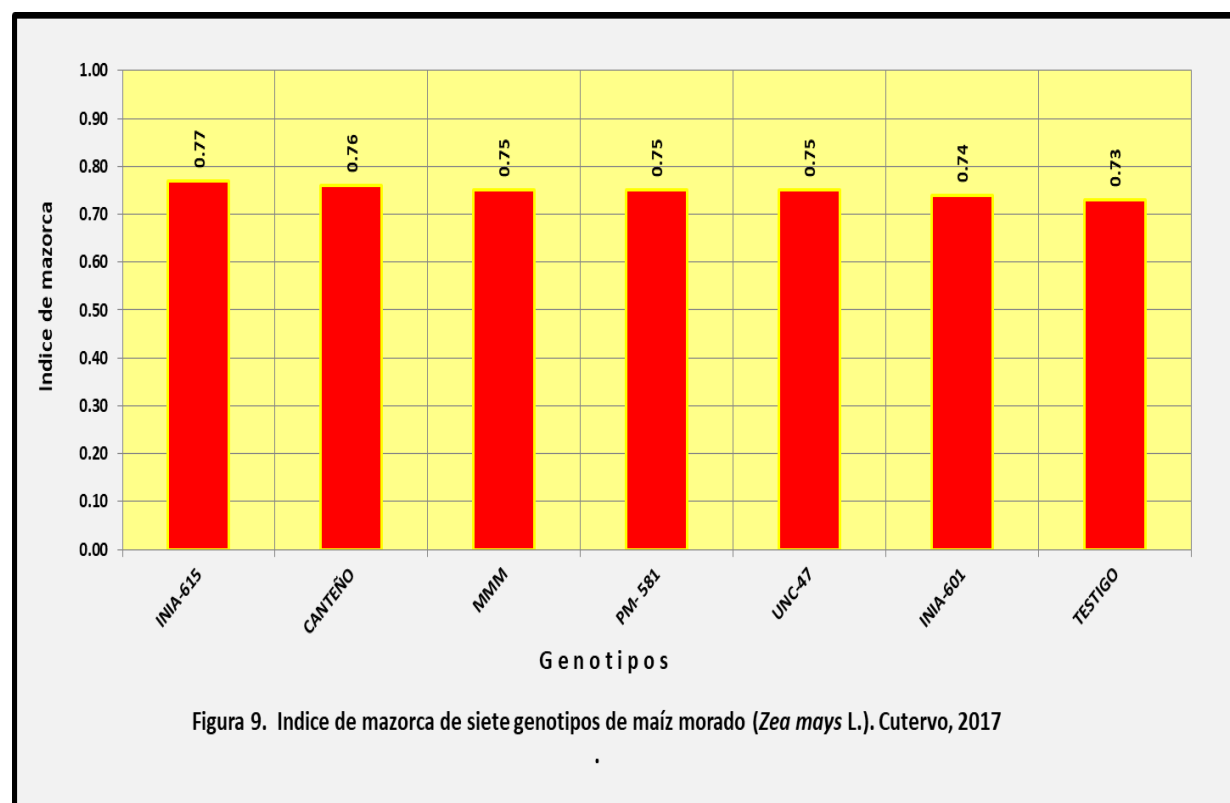


Tabla 12. Índice de mazorca, de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
INIA-615	0.77	A
CANTEÑO	0.76	A
MMM	0.75	A
PM- 581	0.75	A
UNC-47	0.75	A
INIA-601	0.74	A
T. CUTERVO	0.73	A
DMS	0.05	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



4.2.10. Materia seca total

Los valores promedio de materia seca total acumulada por cada genotipo, no difirieron estadísticamente, cuyos valores fluctuaron entre 10476.00 y 8809.67 kg/ha, perteneciendo estos valores a los genotipos INIA-615 y Testigo-CUTERVO. (**Tabla 13, Figura 10**). Nuestros resultados contrastan con los obtenidos por **Muñoz y Díaz** (2019), en el mismo Centro Poblado, registrándose un promedio de materia seca total equivalente a 13708.33 t/ha.

4.2.11. Peso de 1000 granos

Los valores promedio de peso de 1000 granos obtenidos por los genotipos, se mostraron diferentes estadísticamente, donde el genotipo INIA-615 registra el mayor peso de 1000 granos con 0.39 kg, mostrando similitud estadística con los genotipos MMM y PM-581 que registran peso equivalentes a 0.37 y 0.36 kg, respectivamente; sin embargo es superior a los valores promedios registrados por el resto de genotipos, siendo el CANTEÑO y TESTIGO-CUTERVO los de menor peso de 1000 granos con 0.33 y 0.32 kg. (**Tabla 14, Figura 11**).

4.2.12. Rendimiento de grano

El genotipo INIA-615 registró el mayor rendimiento de grano con 4323.81 kg/ha, seguido de los genotipos PM-581 e INIA-601 que obtuvieron rendimientos de grano de 3759.52 y 3600.00 kg/ha; sin embargo fue superior a los genotipos UNC-47, MMM y TESTIGO- CUTERVO que registraron los menores rendimientos de grano, con 3278.57, 3050.00 y 2950.00 kg/ha. (**Tabla 15, Figura 12**). Nuestros resultados de rendimiento de grano fueron superiores a los obtenidos por **Piña Díaz** (2018), quien evaluó el mismo material, con excepción del tratamiento testigo, en la Zona de

Tabla 13. Materia seca total (kg/ha), de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
INIA-615	10476.00	A
CANTEÑO	10238.33	A
UNC-47	10218.67	A
MMM	9833.33	A
PM- 581	9714.33	A
INIA-601	9500.00	A
T. CUTERVO	8809.67	A
DMS	2772.67	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

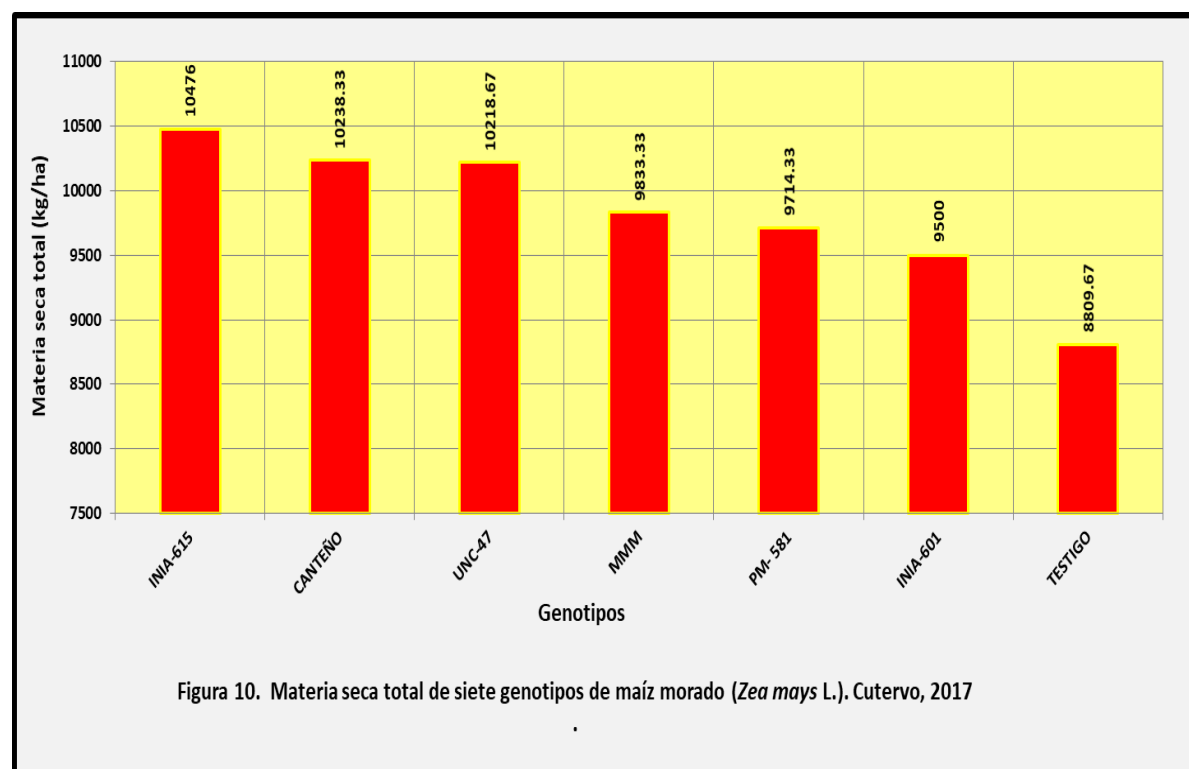


Tabla 14. Peso de 1000 granos (kg), de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
INIA-615	0.39	A
MMM	0.37	A B
PM- 581	0.36	A B C
UNC-47	0.34	B C D
CANTENO	0.33	C D
T. CUTERVO	0.32	D
INIA-601	0.24	E
DMS	0.038	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

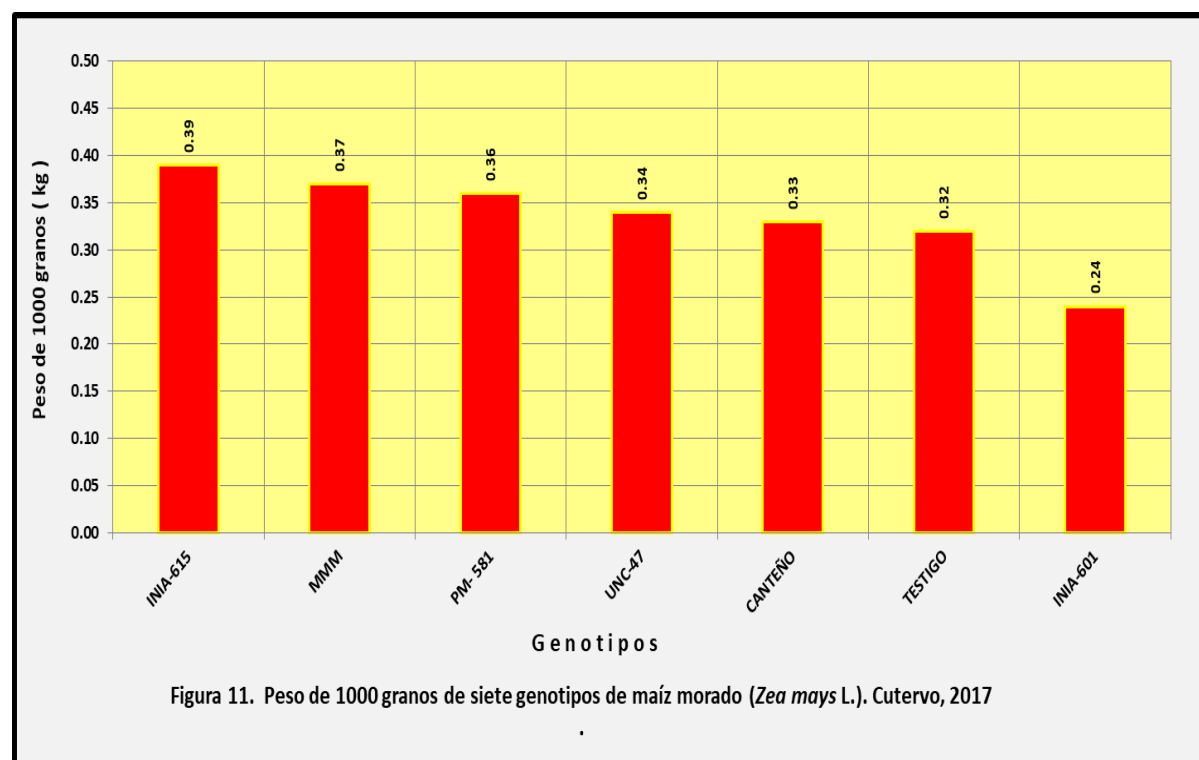
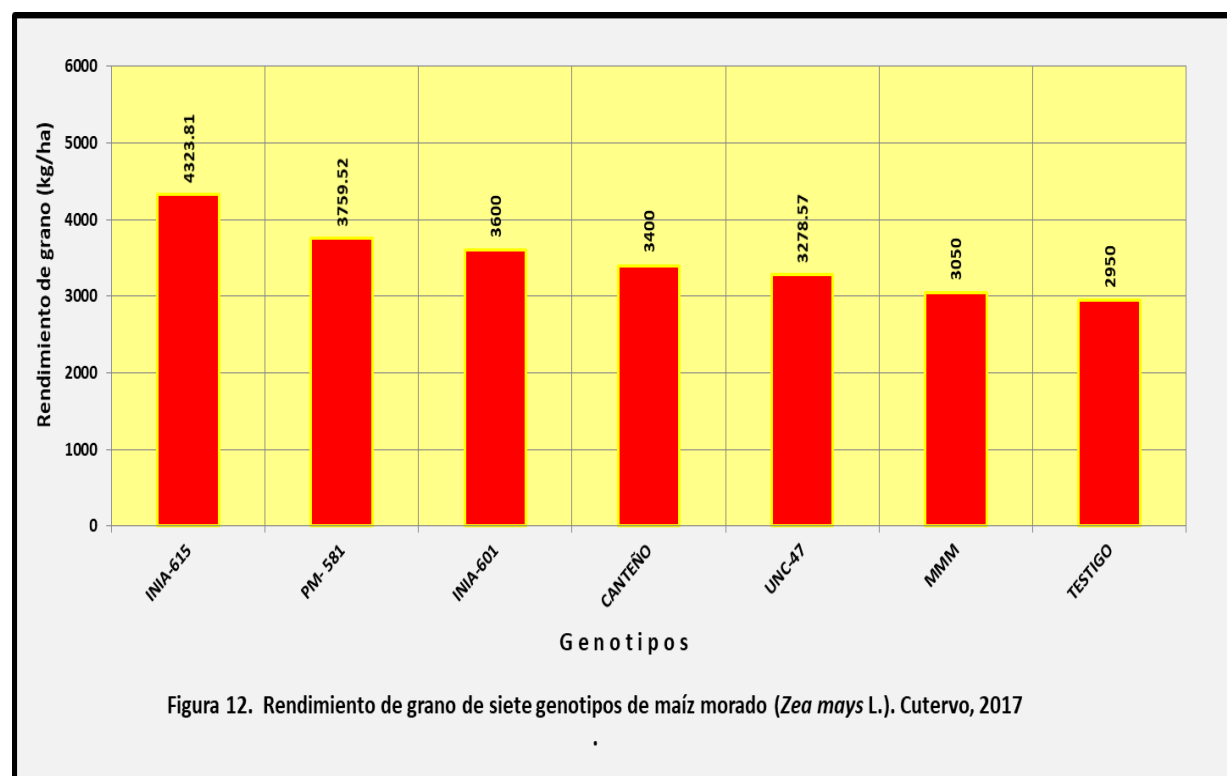


Tabla 15. Rendimiento de grano (kg/ha), de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
INIA-615	4323.81	A
PM- 581	3759.52	A B
INIA-601	3600.00	A B
CANTEÑO	3400.00	B
UNC-47	3278.57	B
MMM	3050.00	B
TESTIGO	2950.00	B
DMS	833.94	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Cajamarca, encontrando diferencias significativas, donde el más alto promedio lo obtuvo el genotipo INIA 601 con 2562.70 kg ha⁻¹; mientras que UNC-47 y Maíz Morado Mejorado obtienen un promedio de 2018.00 kg. ha⁻¹ seguido por INIA-615 y PM-581 con un promedio de 1972,70 kg ha⁻¹ y 1957.40 kg ha⁻¹ respectivamente, mientras que el genotipo Canteño registró el menor rendimiento de 925 kg ha⁻¹. Por otro lado, nuestros rendimientos de grano fueron inferiores a los obtenidos por Muñoz y Díaz (2019), que evaluaron el mismo material en el mismo lugar, pero en época diferente.

4.2.13. Rendimiento de mazorcas

Los valores promedio de rendimiento de mazorcas obtenidos por los genotipos, difirieron estadísticamente, siendo el genotipo INIA-615 el que registró el mayor rendimiento de mazorcas con 5516.67 kg/ha, similar estadísticamente a los genotipos PM-581 e INIA-601 que obtuvieron rendimientos equivalentes a 4719.05 y 4509.52 kg/ha; sin embargo fue superior estadísticamente a los materiales restantes, siendo los genotipos TESTIGO y MMM los que mostraron los menores rendimientos mazorca con 3885.71 y 3802.38 kg/ha. (**Tabla 16, Figura 13**). Nuestros resultados de rendimientos de mazorca son inferiores a los que obtuvieron Muñoz y Díaz (2019), quienes obtienen rendimientos de mazorcas que fluctúan entre 8857.33 y 4568.33, correspondientes a PM-581 y UNC-47.

4.2.14. Rendimiento de coronta

Los rendimientos de coronta obtenidos por los materiales evaluados, no difirieron estadísticamente, cuyos valores variaron entre 1693.10 y 1249.76 kg/ha, correspondiendo los mismos a los genotipos INIA-615 y MMM. (**Tabla 17, Figura**

Tabla 16. Rendimiento de mazorcas (kg/ha), de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
INIA-615	5516.67	A
PM- 581	4719.05	A B
INIA-601	4509.52	A B
CANTEÑO	4252.38	B
UNC-47	4095.24	B
TESTIGO	3885.71	B
MMM	3802.38	B
DMS	1170.13	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

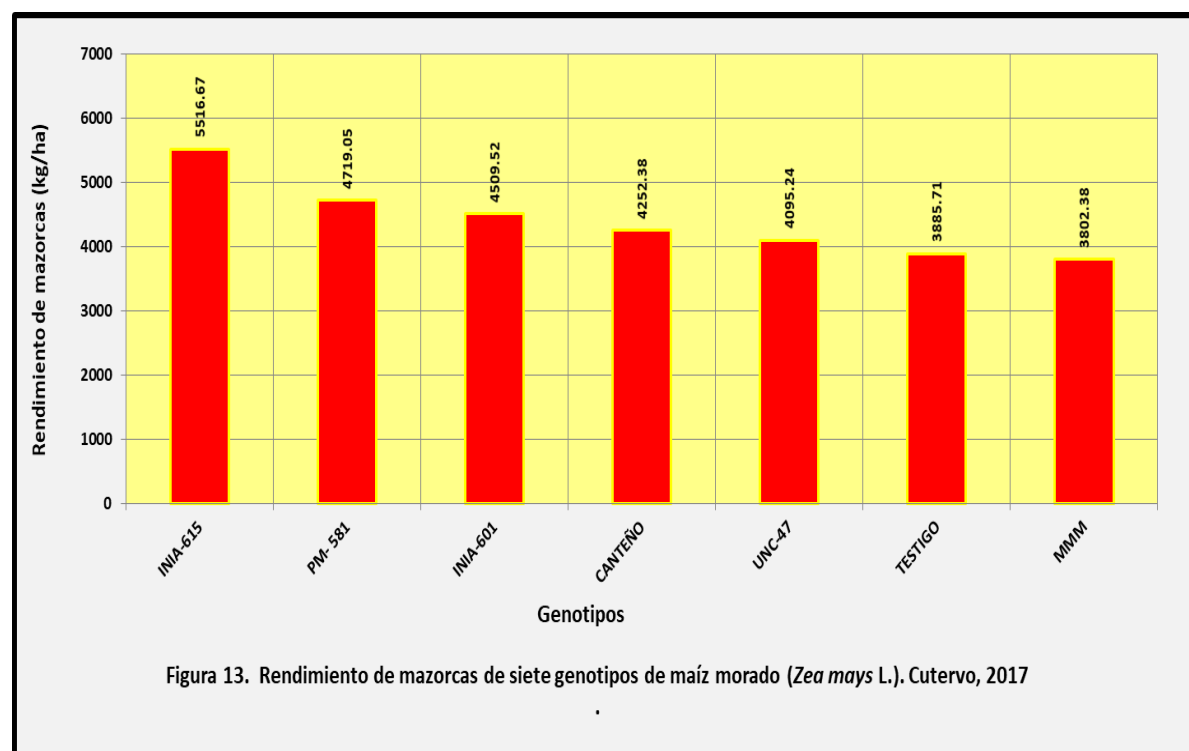
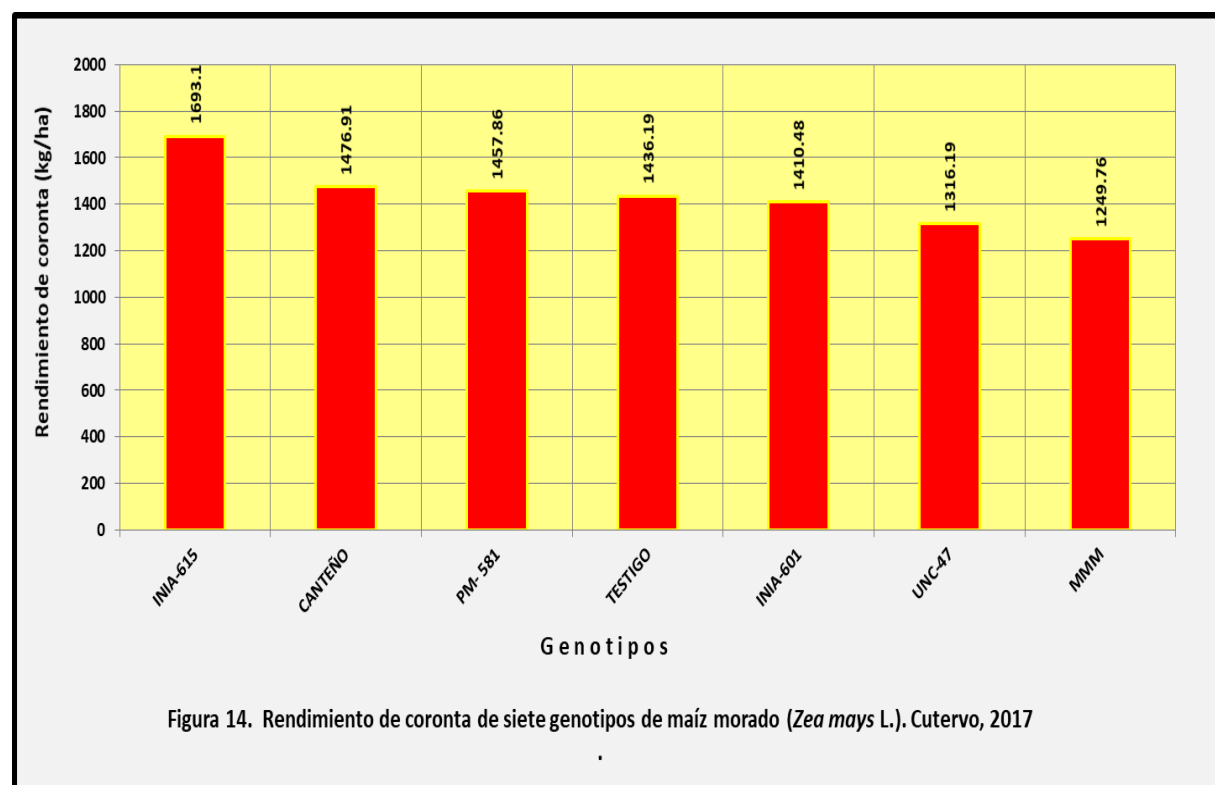


Tabla 17. Rendimiento de coronta (kg/ha), de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

GENOTIPOS	PROMEDIOS	SIG. ($\alpha = 0.05$)
INIA-615	1693.10	A
CANTEÑO	1476.91	A
PM- 581	1457.86	A
T. CUTERVO	1436.19	A
INIA-601	1410.48	A
UNC-47	1316.19	A
MMM	1249.76	A
DMS	12.94	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



14). Muñoz y Díaz (2018), en su trabajo, registraron mayores rendimientos de coronta, que fluctuaron entre 2157.67 y 1219.67 kg/ha, perteneciendo estos valores a los materiales genéticos CANTEÑO e INIA - 615.

4.3. CONTENIDO DE ANTOCIANINAS

El contenido de antocianinas determinado en los genotipos evaluados (Tabla 18), fue variable; el genotipo INIA-601 registró el mayor contenido con 7.12% de antocianina, seguido del genotipo UNC-47, que concentró 5.42%; el resto de materiales CANTEÑO, PM-581, INIA-615 y MMM concentraron, 4.11, 3.94, 3.93 y 3.44% respectivamente; siendo el genotipo TESTIGO el que concentró la menor cantidad de antocianina con 3.08%. Estos resultados **contrastan** con los obtenidos por **Muñoz – Díaz (2019)** en su trabajo desarrollado en dos localidades, determinó que la concentración de antocianina en una y otra localidad fue variable, para cada uno de los genotipos. Dentro de la Localidad de Yatún, los genotipos MMM, UNC-47 y TESTIGO concentraron mayor cantidad de antocianina con un 2.46, 2.24 y 2.27% , mientras que CANTEÑO, PMV-581, INIA-601 e INIA-615 concentraron menores porcentajes, con 1.77, 2.02, 1.74 y 1.73%. En cuanto a la concentración de antocianinas en la localidad de Lambayeque, los genotipos MMM, PMV-581, INIA-601 e INIA-615 concentraron la mayor cantidad de pigmentos antociánicos, con 2.33, 2.61, 3.25, 2.48% ; por otro lado, apreciaron que en forma conjunta, los genotipos concentraron mayor cantidad de antocianinas en la localidad de Lambayeque que en Cutervo, como es el caso de INIA-601 que concentró el triple de lo que concentró en la localidad de Yatún, Cutervo.

Altamirano (2018) en Baños del Inca, Región Cajamarca determina porcentajes de antocianina equivalentes a 4.68, 4.56 y 3.58% para las variedades INIA 601, Maíz Morado Mejorado (variedad experimental), y la variedad Maiz Morado procedente de Huamachuco;

asi mismo los resultados reportados por el **Ministerio de Agricultura y Riego** (2019), para la variedad **INIA 601** con contenido de 6.34 % en coronta y 3.03 % en panca. En nuestros resultados, si consideramos al genotipo **INIA-601**, su contenido de antocianina fue superior a los resultados de los trabajos mencionados.

Tabla 18. Contenido de antocianina de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

LOCALIDAD	VARIEDAD	PESO INICIAL CORONTA	PESO CORONTA + HIDROACIDO	N° VASO	ABSORVANCIA	PUREZA
Cutervo	INIA - 601	0.40	83.12	1	1.402	7.12
Cutervo	MMM	0.40	83.89	3	0.679	3.44
Cutervo	INIA - 615	0.40	82.58	4	0.774	3.93
Cutervo	CANTEÑO	0.40	82.45	5	0.809	4.11
Cutervo	PM - 581	0.40	83.25	7	0.777	3.94
Cutervo	UNC - 47	0.40	82.71	1	1.066	5.42
Cutervo	TESTIGO	0.40	83.25	2	0.605	3.08
PROMEDIO						4.43

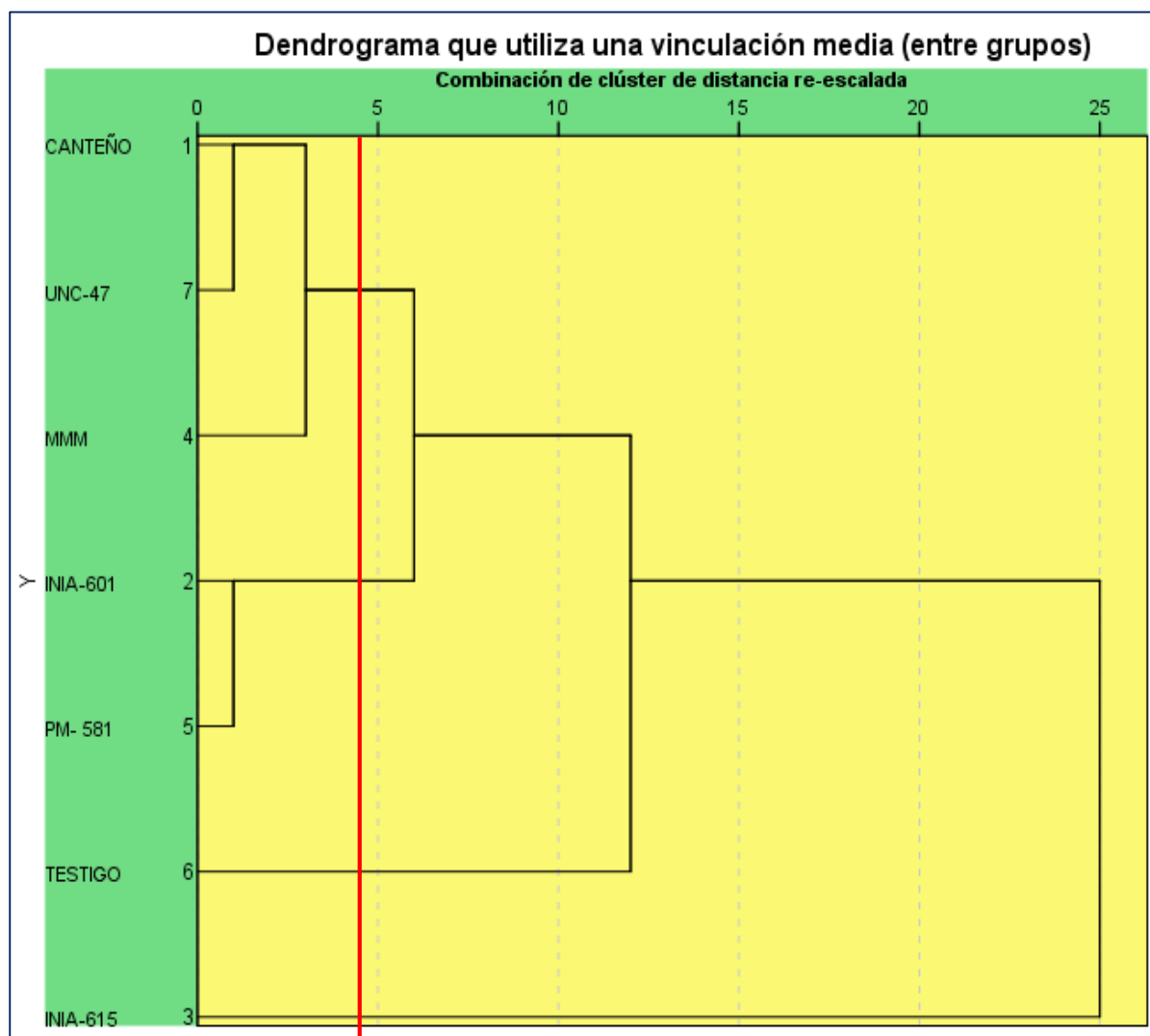
4.4. ANÁLISIS DE CLÚSTER

En la **tabla 19** se presenta el historial de conglomeración, que señala como se van reuniendo los materiales genéticos con cierta afinidad en sus características. Resulta más fácil su interpretación mediante el análisis de Clúster. Observamos en la Figura 18, que los materiales genéticos se reunieron en cuatro grupos; se evidencia que los genotipos se fueron reuniendo según los resultados obtenidos, concentrados en su capacidad productiva. Un grupo conformado por el genotipo INIA-615, y otro grupo conformado por PM-581 e INIA-609, fueron los grupos que registraron los mayores rendimientos;

Tabla 19. Historial de conglomeración

Historial de conglomeración						
Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	1	7	65759,058	0	0	3
2	2	5	117562,673	0	0	4
3	1	4	415926,771	1	0	4
4	1	2	885712,864	3	2	5
5	1	6	1818085,431	4	0	6
6	1	3	3766765,568	5	0	0

Figura 15. Dendrograma de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), Cutervo, Región Cajamarca, 2017.



4.5. MATRIZ DE CORRELACIONES

En el **Tabla 17** matriz de correlaciones, podemos observar que existe una correlación directa muy fuerte entre el Rendimiento de Mazorca con Rendimiento de Coronta (0.871) y con Índice de Mazorca (0.614); así mismo el Rendimiento de grano con Rendimiento de mazorca (0.991), Rendimiento de Coronta (0.814) e índice de Mazorca (0.639). Se determinó una correlación significativa de Longitud de mazorca con el Número de granos por hilera (0.755); Número granos por hilera con Rendimiento de coronta (0.755) e índice de mazorca (0.636); Peso de 1000 granos con Índice de mazorca (0.683).

Tabla 20. Matriz de correlaciones de las características evaluadas en siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), en el Centro Poblado de Yatun, Cutervo, Región Cajamarca, 2017.

Matriz de correlaciones ^{a,b}															
		Altura	Rdto. M.S.T.	Rdto. mazor.	Rdto. grano	Rdto. coronta	Long. Mazor.	Dia. mazor.	N° hile/maz	N° gran/hil	Peso 1000 gr	Ind. mazor.	Flor mascul	Flor femen.	Madu. Fisiol.
Correlación	Altura	1,000	-,213	-,358	-,285	-,709	-,634	,448	,469	-,871	-,389	-,472	,098	,054	,293
	Rdto. M.S.T.	-,213	1,000	,497	,570	,299	,187	,093	-,237	,506	,495	,866	-,021	,363	-,401
	Rdto. mazor.	-,358	,497	1,000	,991	,871	,087	,104	,359	,591	,268	,614	-,306	,254	-,489
	Rdto. grano	-,285	,570	,991	1,000	,814	,094	,135	,352	,571	,261	,639	-,302	,307	-,506
	Rdto. coronta	-,709	,299	,871	,814	1,000	,312	-,026	,123	,750	,237	,572	-,364	,041	-,513
	Long. Mazor.	-,634	,187	,087	,094	,312	1,000	-,375	-,665	,755	,208	,299	-,307	-,004	-,469
	Dia. mazor.	,448	,093	,104	,135	-,026	-,375	1,000	,147	-,434	,031	,265	-,675	-,553	-,551
	N° hile/maz	,469	-,237	,359	,352	,123	-,665	,147	1,000	-,393	-,554	-,372	,222	,394	,358
	N° gran/hil	-,871	,506	,591	,571	,750	,755	-,434	-,393	1,000	,431	,636	-,150	,221	-,445
	Peso 1000 gr	-,389	,495	,268	,261	,237	,208	,031	-,554	,431	1,000	,683	-,296	-,338	-,474
	Ind. mazor.	-,472	,866	,614	,639	,572	,299	,265	-,372	,636	,683	1,000	-,401	-,057	-,714
	Flor mascul	,098	-,021	-,306	-,302	-,364	-,307	-,675	,222	-,150	-,296	-,401	1,000	,697	,913
	Flor femen.	,054	,363	,254	,307	,041	-,004	-,553	,394	,221	-,338	-,057	,697	1,000	,475
	Madu. Fisiol.	,293	-,401	-,489	-,506	-,513	-,469	-,551	,358	-,445	-,474	-,714	,913	,475	1,000

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados para el trabajo de investigación, y las condiciones en la que se ejecutó, se concluye:

1. El genotipo INIA-615 registró el mayor rendimiento de grano con 4323.81 kg/ha, seguido de los genotipos PM-581 e INIA-601 que obtuvieron rendimientos de grano de 3759.52 y 3600.00 kg/ha.; mientras que los genotipos UNC-47, MMM y TESTIGO registraron los menores rendimientos de grano, con 3278.57, 3050.00 y 2950.00 kg/ha.
2. El genotipo INIA-615 registró el mayor rendimiento de mazorcas con 5516.67 kg/ha, similar estadísticamente a los genotipos PM-581 e INIA-601 que obtuvieron rendimientos equivalentes a 4719.05 y 4509.52 kg/ha; mientras que los genotipos TESTIGO y MMM los que mostraron los menores rendimientos mazorca con 3885.71 y 3802.38 kg/ha.
3. Los rendimientos de coronta obtenidos por los materiales evaluados, no difirieron estadísticamente, sus valores variaron entre 1693.10 y 1249.76 kg/ha, correspondiendo los mismos a los genotipos INIA-615 y MMM.
4. Los genotipos INIA-615 y CANTEÑO registraron el mayor número de granos por hilera con 21.33, similares estadísticamente al genotipo PM-581 (19.67 granos); INIA-601 y MMM, registraron los menores valores con 14.67 y 13.67.
5. El genotipo INIA-601 presentó el mayor número de hileras con 11.67, seguido de los genotipos INIA-615, PM 581, Testigo Cutervo, UNC-47 y MMM; el genotipo CANTEÑO, registró el menor número de hileras por mazorca, con 9.33 hileras.
6. El genotipo INIA-601 registró el mayor contenido con 7.12% de antocianina, seguido del genotipo UNC-47, que concentró 5.42%; el resto de materiales CANTEÑO, PM-581, INIA-615 y MMM concentraron, 4.11, 3.94, 3.93 y 3.44% respectivamente; siendo el genotipo TESTIGO el que concentró la menor cantidad.

VI. RECOMENDACIÓN

Se recomienda realizar trabajos con maíz morado, interaccionando con los agricultores de la zona para generar interés en su siembra, así como también, capacitarlos para que generen hábito de consumo, por las propiedades medicinales del maíz morado.

VII. REFERENCIAS

Agraria.pe. (15 de Enero de 2019). “Exportaciones de maíz morado se duplicaron en 2018”.

Agraria.pe. Agencia Agraria de Noticias. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-de-maiz-morado-se-duplicaron-en-2018-18211>

Altamirano G.F. 2019. “Efecto de la Fertilización Química en la concentración de antocianinas

en tres Variedades de Maíz Morado en el Distrito Baños del Inca Región Cajamarca, 2018”. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca – Perú.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3032/EFFECTO%20DE%20LA%20FERTILIZACION%20QUIMICA%20EN%20LA%20CONCENTRACION%20DE%20ANTOCIANINAS%20EN%20TRES%20VARIETADES%20DE%20MAIZ%20MORADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Arilmí Gorriti, Fredy Quispe, Jorge L. Arroyo, Augusta Córdova, Bertha Jurado, Ilario

Santiago, Evelyn Taype. 2009. Extracción de antocianinas de las corontas de zeamays L. “Maíz Morado”. Ciencia e Investigación 2009; 12(2): 64-74. Facultad de Farmacia y Bioquímica – UNMSM.

BIOPAT-PERU. 2016. Maíz morado. Obtenido de Comisión Nacional contra la Biopiratería.:

<file:///D:/MAIZ%20MORADOBolet%C3%ADn%20N%C2%BA%2020-%20Tema%20MA%208DZ%20MORADO,%20DIC,%202019.pdf>

delMaiz.info. (2019). “Maíz Morado: Propiedades y Beneficios”. Recuperado el 2019, de <http://delmaiz.info/morado>

EcuRed. (2017). Maíz Morado. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Ma%C3%ADz_morado

Gob.mx. (2010). Maíz CIBIOGEM. Obtenido de: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>

INIA. (2020). “Maíz amarillo duro”. Manual Técnico, INIA. Obtenido de file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/Manual%20T%C3%A9cnico%20del%20Cultivo%20de%20Ma%C3%ADz%20Amarillo%20Duro_Update.pdf

Justiniano A. E. 2010. “Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mays* L.) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de la Molina” . Tesis Magíster Scientiae. Lima – Perú, 2010. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1716/PAG11.139-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mixan S.R. 2017. “Selección masal estratificada por prolificidad en la variedad de maíz morado UNPRG-1 en el distrito de Oyotun Región Lambayeque-2015”. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque – Perú.

Muñoz, D. J. y Díaz, C.E. (2017). “Evaluación del comportamiento de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), y la determinación de los niveles de pigmentos antociánicos en dos localidades: Centro Poblado de Yatún – Cutervo, Cajamarca y Fundo “La Peña” -

Lambayeque, parte baja del Valle Chancay, 2017 – 2018”. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque – Perú.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8329/BC-4729%20MU%C3%91OZ%20DIAZ-DIAZ%20CIEZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Piña Díaz, 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 Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca – Perú.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2874/COMPARATIVO%20DE%20RENDIMIENTO%20Y%20CONTENIDO%20DE%20ANTOCIANINAS%20EN%206%20VARIEDADES%20DE%20MA%C3%8DZ%20MORADO%20%28Zea%20mays%20L.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pinedo, T. R.E. 2015. “Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* l.) en la localidad de Canaán Ayacucho”. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Agrícola. Lima – Perú.

Pionner, (2015). “Maíz, crecimiento y desarrollo”. Obtenido de https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf

Requis, F. (Septiembre de 2012). “Manejo agronómico del maíz morado en los Valles Interandinos del Perú”. (1 - 12), Primera edición. Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria, INIA. Obtenido de

<http://repositorio.minagri.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/MIDAGRI/851/Maiz%20morado%20inia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rojas M.Y. 2018. “Influencia del índice de cosecha en las variedades de maíz morado (*Zea mays* amilacea cv morado) PMV 582 y Canteño en el distrito de Motupe”. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque – Perú.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4658/BC-TES-TMP-1960%20ROJAS%20MEJIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RPP. 2013. “Maiz morado de Cajamarca para el mundo”. Obtenido de ACTUALIDAD:
<https://rpp.pe/peru/actualidad/maiz-morado-de-cajamarca-para-el-mundo-noticia-576430>.

Quispe, F., Karim Arroyo Condorena, & Arilmí Gorriti Gutiérrez. (2011). “Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.) en Arequipa – Perú”. Sociedad Química del Perú, 77(3). Obtenido de
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v77n3/a06v77n3.pdf>

Sánchez, O. I. (2014). Maíz I. Reduca (Biología) Serie Botánica, 7(2), 152 - 153. Obtenido de
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/27974/1/MAIZ%20I.pdf>

Torres, P.F. (2018). “El despanojado en el índice de tinción en la tusa de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2750 msnm – Ayacucho”. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agraria, Escuela Profesional de

Agronomía. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3097/TESIS%20AG1226_Tor.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valera, M.P. (2019). “Efecto de la altitud en el rendimiento y en el contenido de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.) en el distrito de Ichocán”. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3698/TESIS%20-%20PIERRE%20OMAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXO

Días al 50% floración masculina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	106.76	8	13.35	25.87	<0.0001
Repetición	1.81	2	0.90	1.75	0.2147
Genotipos	104.95	6	17.49	33.91	<0.0001
Error	6.19	12	0.52		
Total	112.95	20			
DMS	0.79				

Días al 50% de floración femenina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	91.62	8	11.45	18.04	<0.0001
REPETICION	0.38	2	0.19	0.30	0.7462
GENOTIPOS	91.24	6	15.21	23.95	<0.0001
Error	7.62	12	0.63		
Total	99.24	20			
C.V. (%)	0.84				

Días a la madurez fisiológica

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	163.52	8	20.44	39.02	<0.0001
Repetición	2.38	2	1.19	2.27	0.1456
Genotipos	161.14	6	26.86	51.27	<0.0001
Error	6.29	12	0.52		
Total	169.81	20			
C.V. (%)	0.60				

Altura de planta (m)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.48	8	0.06	1.54	0.2408
Repetición	0.02	2	0.01	0.28	0.7615
Genotipos	0.46	6	0.08	1.96	0.1509
Error	0.47	12	0.04		
Total	0.95	20			
C.V. (%)	9.44				

Número de hileras por mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11.33	8	1.42	2.23	0.1016
Repetición	2.38	2	1.19	1.88	0.1956
Genotipos	8.95	6	1.49	2.35	0.0980
Error	7.62	12	0.63		
Total	18.95	20			
C.V. (%)	7.68				

Número de granos por hilera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	166.86	8	20.86	19.04	<0.0001
Repetición	0.86	2	0.43	0.39	0.6845
Genotipos	166.00	6	27.67	25.26	<0.0001
Error	13.14	12	1.10		
Total	180.00	20			
C.V. (%)	5.81				

Diámetro de mazorca (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.14	8	0.14	1.30	0.3300
Repetición	0.18	2	0.09	0.82	0.4636
Genotipos	0.96	6	0.16	1.46	0.2723
Error	1.32	12	0.11		
Total	2.46	20			
C.V. (%)	4.74				

Longitud de mazorca (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14.83	8	1.85	2.58	0.0674
Repetición	1.35	2	0.68	0.94	0.4170
Genotipos	13.47	6	2.25	3.13	0.0439
Error	8.62	12	0.72		
Total	23.44	20			
C.V. (%)	7.22				

Índice de mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.6E-03	8	5.8E-04	1.76	0.1820
Repetición	1.9E-03	2	9.4E-04	2.84	0.0976
Genotipos	2.8E-03	6	4.6E-04	1.40	0.2917
Error	4.0E-03	12	3.3E-04		
Total	0.01	20			
C.V. (%)	2.43				

Rendimiento de materia seca total (kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15178862.29	8	1897357.79	2.02	0.1321
Repetición	9483576.38	2	4741788.19	5.04	0.0258
Genotipos	5695285.90	6	949214.32	1.01	0.4637
Error	11296964.95	12	941413.75		
Total	26475827.24	20			
C.V. (%)	9.87				

Peso de 1000 granos (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.04	8	0.01	30.45	<0.0001
Repetición	5.5E-04	2	2.7E-04	1.53	0.2549
Genotipos	0.04	6	0.01	40.09	<0.0001
Error	2.1E-03	12	1.8E-04		
Total	0.05	20			
C.V. (%)	3.96				

Rendimiento de mazorca (kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7334139.45	8	916767.43	5.47	0.0045
Repetición	1043154.87	2	521577.43	3.11	0.0816
Genotipos	6290984.59	6	1048497.43	6.25	0.0036
Error	2012045.43	12	167670.45		
Total	9346184.89	20			
C.V. (%)	9.31				

Rendimiento de grano (kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4926400.05	8	615800.01	7.23	0.0013
Repetición	974436.38	2	487218.19	5.72	0.0180
Genotipos	3951963.67	6	658660.61	7.73	0.0014
Error	1021958.05	12	85163.17		
Total	5948358.09	20			
C.V. (%)	8.39				

Rendimiento de coronta (kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	367469.98	8	45933.75	1.33	0.3149
Repetición	13709.16	2	6854.58	0.20	0.8222
Genotipos	353760.82	6	58960.14	1.71	0.2015
Error	413302.68	12	34441.89		
Total	780772.66	20			
C.V. (%)	12.94				

PANEL FOTOGRAFICO DE ACTIVIDADES DE TESIS.





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lambayeque a los veinticuatro días del mes enero del año dos mil veinte, siendo las once de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía de nuestra Universidad, los miembros del Jurado, dando inicio a la lectura del Decreto N° 012-2020-FAG de fecha 21 de enero del 2020, mediante el cual autoriza la sustentación de la tesis, dicho jurado está conformado por los siguientes docentes:

Dr. WILFREDO NIETO DELGADO

Ing. M.Sc. GILBERTO CHÁVEZ SANTA CRUZ

Dr. RICARDO CHAVARRY FLORES

Ing. M.Sc. JOSÉ AVERCIO NECIOSUP GALLARDO

Presidente

Secretario

Vocal

Patrocinador

Para evaluar y calificar el trabajo de Tesis Titulado: **"DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ANTOCIANINAS DE SIETE GENOTIPOS DE MAIZ MORADO (*Zea mays* L.), EN EL CENTRO POBLADO DE YATÚN, CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA"**, presentado por el Bachiller **EDUAR TORRES CHILCON**.

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 el Bachiller en referencia queda apto 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:

[Signature]
Dr. WILFREDO NIETO DELGADO
Presidente

[Signature]
Ing. M.Sc. GILBERTO CHAVEZ SANTA CRUZ
Secretario

[Signature]
Dr. RICARDO CHAVARRY FLORES
Vocal

[Signature]
Ing. M. Sc. JOSÉ AVERCIO NECIOSUP GALLARDO
Patrocinador

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lambayeque a los veinticuatro días del mes enero del año dos mil veinte, siendo las once de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía de nuestra Universidad, los miembros del Jurado, dando inicio a la lectura del Decreto N° 012-2020-FAG de fecha 21 de enero del 2020, mediante el cual autoriza la sustentación de la tesis, dicho jurado está conformado por los siguientes docentes:

Dr. WILFREDO NIETO DELGADO	Presidente
Ing. M.Sc. GILBERTO CHÁVEZ SANTA CRUZ	Secretario
Dr. RICARDO CHAVARRY FLORES	Vocal
Ing. M.Sc. JOSÉ AVERCIO NECIOSUP GALLARDO	Patrocinador

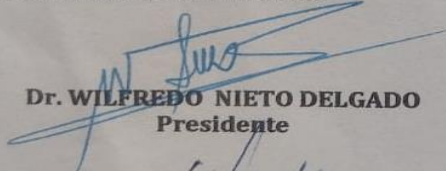
Para evaluar y calificar el trabajo de Tesis Titulado: **"DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ANTOCIANINAS DE SIETE GENOTIPOS DE MAIZ MORADO (*Zea mays* L.), EN EL CENTRO POBLADO DE YATÚN, CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA"**, presentado por la Bachiller **MARIBEL MEJIA RUBIO**.

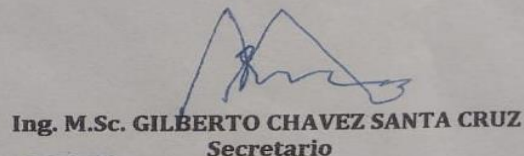
Después de escuchar la exposición y las respuestas a las preguntas formuladas por los Miembros del Jurado, se acordó calificar el trabajo como:

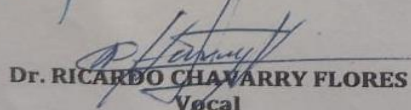
MUY BUENO

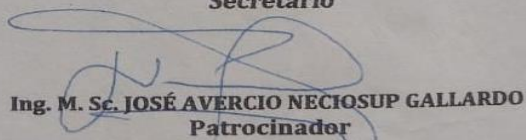
En consecuencia la Bachiller en referencia queda apta para recibir el Título Profesional de **INGENIERO AGRONOMO**, de conformidad con la Ley Universitaria, Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Para constancia de ello firman:


Dr. WILFREDO NIETO DELGADO
Presidente


Ing. M.Sc. GILBERTO CHAVEZ SANTA CRUZ
Secretario


Dr. RICARDO CHAVARRY FLORES
Vocal


Ing. M. Sc. JOSÉ AVERCIO NECIOSUP GALLARDO
Patrocinador

OBSERVACIONES:

.....

.....

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

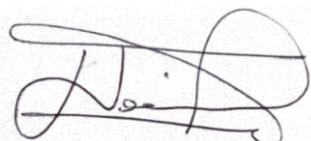
Yo, ING. **M.Sc. José Avercio Neciosup Gallardo**, en condición de Asesor de la tesis titulada:

Determinación del rendimiento y contenido de antocianinas de siete genotipos de maíz morado (*Zea mays* L.), en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Región Cajamarca.

Presentado por el bachiller **Eduar Torres Chilcón** con código universitario **100795-F**, a efecto de optar por el título profesional de **INGENIERO AGRONOMO** habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de uso del sistema anti plagio considerando que el reporte del software TURNITIN dio un porcentaje de coincidencia de **18 %** de la tesis antes citada, y de acuerdo a los criterios de evaluación de originalidad **NO HA SIDO PLAGIADO NI CONTIENE DATOS FALSOS**. En caso se demostrara lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que pueda conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Se emite la presente constancia para fines de proseguir con el trámite respectivo.

Lambayeque 16 de mayo de 2023



ING. M.Sc.. JOSÉ AVERCIO NECIOSUP GALLARDO

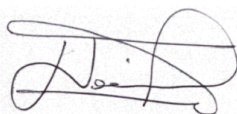
TESIS MARIBEL MEJIA - EDUAR TORRES, MAIZ MORADO CUTERVO

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	14%	1%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

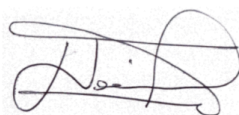
FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	delmaiz.info Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	2%
5	studylib.es Fuente de Internet	1%
6	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	1%
7	eprints.ucm.es Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%



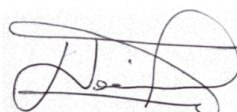
ING. M.Sc.. JOSÉ AVERCIO NECIOSUP GALLARDO

9	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	1 %
12	Submitted to Corporación Universitaria del Caribe Trabajo del estudiante	1 %
13	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1 %
15	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
16	1library.co Fuente de Internet	<1 %
17	agriculturaenelcampo.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



ING. M.Sc.. JOSÉ AVERCIO NECIOSUP GALLARDO

20	Submitted to Universidad Catolica de Oriente Trabajo del estudiante	<1 %
21	Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
22	Submitted to CONACYT Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
25	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
26	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
27	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
28	Submitted to Universidad Nacional de Barranca Trabajo del estudiante	<1 %
29	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	<1 %



ING. M.Sc.. JOSÉ AVERCIO NECIOSUP GALLARDO





Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Maribel Mejia Rubio
Assignment title: TESIS MARIBEL MEJIA MAIZ MORADO
Submission title: TESIS MARIBEL MEJIA - EDUAR TORRES, MAIZ MORADO CUTE...
File name: TESIS_MARIBEL_MEJIA_-_EDUAR_TORRES,_MAIZ_MORADO_CU...
File size: 1.73M
Page count: 86
Word count: 14,600
Character count: 77,410
Submission date: 16-Oct-2021 11:48AM (UTC-0500)
Submission ID: 1675514604

 **UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO** 

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

"Determinación del rendimiento y contenido de antocianinas de siete genotipos de maíz morado (Zea mays L.), en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Región Cajamarca"

TESIS
Para optar el título de:

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTADO POR
EDUAR TORRES CHILCÓN
MARIBEL MEJÍA RUBIO

Asesor
M.Sc. José Avercio Neciosup Gallardo

LAMBAYEQUE - PERU
2019

José Avercio Neciosup Gallardo