

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA  
AGRONOMA**



**Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de maíz  
morado (*Zea mays* L.) Cabana – Ancash**

Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

**Autor:**

**Vásquez Hidalgo, David Jonatán**

**Asesor:**

**Mg. Walver Keiser Lazaro Rodriguez**

**Código ORCID: 0000-0002-7032-7784**

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2021**

**Palabras clave:**

<b>Tema</b>	Densidad de siembra, Rendimiento
<b>Especialidad</b>	Ingeniería Agrónoma

**Key words**

<b>Topic</b>	Sowing density, Yield
<b>Speciality</b>	Agronomy Engineering

**Línea de Investigación**

**Línea de Investigación** : Producción agrícola  
**Área** : Ciencias agrícolas  
**Sub Área** : Agricultura, silvicultura y pesca  
**Disciplina** : Agricultura



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

### HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado **“Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de maíz morado (Zea mays L.) Cabana – Ancash”** del (a) estudiante: **David Jonatán Vázquez Hidalgo**, identificado(a) con **Código N° 1110000023**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **29%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 6 de Febrero de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dra. **MANUELA PORTALES PAIRAZAMÁN**  
VICERRECTORA (e)



**NOTA:**

Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

**Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de maíz morado  
(*Zea mays* L.) Cabana – Ancash**

## RESUMEN

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en el distrito de Cabana donde se determinó el efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.). El diseño experimental fue el de bloques completamente al azar (DBCA), se usaron tres tratamientos con tres repeticiones, teniendo un área experimental de 1264 m<sup>2</sup>, y cada unidad experimental fue de 100 m<sup>2</sup> con 8 m de largo por 4 m de ancho. Los tratamientos utilizados fueron distribuidos al azar, T1 con un distanciamiento de 0,40x0,80, T2 con un distanciamiento de 0,50x0,80 y T3 con un distanciamiento de 0,60x0,80. Se llegó a la conclusión que el mejor rendimiento de maíz morado se obtuvo con los distanciamientos de 0,60x 0,80 con 3,302 kg/ha, en lo concerniente al segundo objetivo específico se obtuvo en todos los tratamientos 2 mazorcas por planta, el mayor número de hileras por mazorca fue de 13 hileras con un distanciamiento de 0,50x0,80 y en el tratamiento cuya densidad fue 0,40x0,80 se obtuvo 27 granos por hilera llegando a concluir que el tratamiento que mejor resultados presentó fue con una densidad de 0,40 m entre plantas y 0,80 m entre surcos.

## ABSTRACT

The present research study was carried out in the Cabana district where the effect of three planting densities on the yield of purple corn (*Zea mays* L.) was determined. The experimental design was a completely randomized block design (DBCA), three treatments with three replications were used, with an experimental area of 1264 m<sup>2</sup>, and each experimental unit was 100 m<sup>2</sup> with 8 m long by 4 m wide. The treatments used were randomly distributed, T1 with a spacing of 0.40x0.80, T2 with a spacing of 0.50x0.80 and T3 with a spacing of 0.60x0.80. It was concluded that the best yield of purple corn was obtained with spacings of 0.60x 0.80 with 3,302 kg/ha, concerning the second specific objective, 2 ears per plant were obtained in all treatments, the highest number of rows per ear was 13 rows with a spacing of 0.50x0.80 and in the treatment whose density was 0.40x0.80, 27 grains per row were obtained, concluding that the treatment with the best results was the one with a density of 0.40 m between plants and 0.80 m between rows.

## ÍNDICE GENERAL

Palabras clave: .....	i
Línea de Investigación .....	i
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE GENERAL .....	v
INDICE DE FIGURAS .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	8
III. RESULTADOS.....	13
IV. ANALISIS Y DISCUSION.....	19
V. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN.....	21
VI. DEDICATORIA.....	22
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	23
VIII. ANEXOS.....	26

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Surcado.....	9
Figura 2: Riego .....	10
Figura 3: Aplicación de herbicidas .....	10
Figura 4: Cosecha .....	11
Figura 5: Evaluación de los tratamientos.....	12
Figura 6: Rendimiento en kg/parcela según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019 .....	13
Figura 7: Número de mazorcas/planta según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019 .....	14
Figura 8: Número de hileras/mazorca según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.....	16
Figura 9: Número de granos por hilera según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019 .....	18



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Tratamientos del estudio</i> .....	8
Tabla 2: <i>Rendimiento en kg/parcela según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019</i> .....	13
Tabla 3: <i>Número de mazorcas/planta según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019</i> .....	14
Tabla 4: <i>Número de hileras/mazorca según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019</i> .....	16
Tabla 5: <i>Número de granos por hilera según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019</i> .....	17

## I. INTRODUCCIÓN

Obando (2019) en su trabajo de investigación sobre *caracterización morfológica de maíz blanco harinoso (Zea mays L.) material nativo “Chazo” de la provincia de Chimborazo*, lego a concluir que el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera en 20 mazorcas, obteniendo en promedio de 11,7 hileras por mazorca, en cuanto al número de granos por hilera el resultado fue en promedio de 18,35 granos por hilera.

Pedraza *et al* (2017) investigaron la *densidad de siembra y comportamiento agronómico de tres variedades de maíz morado (Zea mays L.)*, concluyendo que el distanciamiento de la línea INIA 601 con mejor producción es el siguiente, 0.80 entre surcos y 0.40 entre plantas, sembrando tres semillas por golpe.

Begazo (2013) en su trabajo de investigación el *marco de siembra en el rendimiento de maíz morado (Zea mays L.) ecotipo arequipeño en la irrigación majes 2012-2013*, concluye que el rendimiento de la mazorca del cultivo de maíz morado ecotipo arequipeño fue afectado por los distanciamientos, precisando que el mejor marco de siembra corresponde al distanciamiento entre plantas de 0.30 m.

Mendieta (2015) investigó el *control de malezas y densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de maíz morado (Zea mays L.) Cangari 2320 msnm Huanta – Ayacucho*, concluyendo que la densidad de plantas de maíz morado variedad INIA 615 negro Canaán que reporto mayor rendimiento total de 9260,40 kg/ha fue la densidad de 93750 pl/ha (0,40 x 0,80 m).

Rodriguez (2013) en su trabajo de investigación el *comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz (Zea mays L.) en estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra*, llega a la conclusión que el rendimiento de mazorcas en almud/ha fue mayor con la distancia de siembra 0.80x 0.20cm.

Cruz (2017) investiga el *efecto de cuatro densidades de siembra y cuatro dosis de fertilizantes NPK en el desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.)* brindando el aporte que No existe densidad óptima, ya que el rendimiento incrementa por el número de individuos, aunque presenta efectos negativos en su desarrollo. Sin embargo, con una densidad de 126,000 plantas se logró un rendimiento de 14.23 t·ha-1 pero al suministrar dosis alta de fertilizante N-166, P-33.2, K-26.3 kg·ha-1 el rendimiento decrece 5%.

Campodónico (2012) realiza la investigación en *evaluación de rendimientos de maíz en función de distintas densidades de siembra, en el partido de Lima, Provincia de Buenos Aires*, manifestando al término que, por este motivo, será recomendable la utilización de densidades de siembra bajas (68.000PI/ha – 72000PI/ha), en aquellos campos donde la productividad es una limitante.

La densidad de siembra es de mucha importancia en la producción de maíz morado, conviene tener una adecuada población de plantas para cosechar mayor número de mazorcas; en alta densidad de distanciamiento de siembra entre surcos es de 0,80 m y entre golpes de 0,50 m con tres semillas por golpe para tener una población hasta de 75000 pl/ha. Requis (2012)

El proyecto de innovación que identificó INIA 601 es una variedad de maíz morado que, por su alta cantidad de antocianinas, favorece la disminución de la presión arterial, el colesterol, y previene varios tipos de cáncer. Además, supera a las demás variedades, pues tiene un rendimiento de hasta 5.2 toneladas por hectárea frente a las 3.5 toneladas de otras variedades de maíz morado. INIA (2019).

El presente trabajo de investigación pretende contribuir al mejoramiento de la producción agrícola en el cultivo de maíz morado ensayando diferentes distanciamientos de siembra, por lo que presenta una relevancia tecnológica debido a que se obtiene datos puntuales sobre la densidad por hectárea que se requiere para optimizar su rendimiento. Presenta también, por añadidura, una relevancia

económica debido a al determinar la distancia adecuada al momento de la siembra, favorece el rendimiento final del cultivo. Esta investigación favorece el desarrollo social de las familias dado que cuando hay un mayor ingreso económico permite que se mejore la calidad de vida de las personas. Esta investigación tiene una justificación científica ya que busca respuesta al comportamiento los diversos distanciamientos en estudio.

El problema que se planteo fue: ¿Cuál será el efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento del maíz morado (*Zea mays L.*) en Cabana – Ancash?

El **maíz morado** es el producto de una mutación genética del maíz común que se dio naturalmente hace miles de años debido al clima y la tierra de sectores muy específicos (Esquivel, 2019).

En cuanto al rendimiento agrícola EcuRed (2018) manifiesta que es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (tm/ha).

En el latín *densitas* se encuentra el origen etimológico del primer término, densidad, que compone el concepto que nos ocupa. Este, densidad de siembra, viene a definirse muy sencillamente: es el número de kilos de semilla por hectárea que se necesitan y se van a utilizar para sembrar. Es decir, es el número de plantas por hectárea que van a crecer en un terreno determinado (DeConceptos, 2019).

Respecto al origen, Sanar (2010) manifiesta que es una especie vegetal domesticada nativa de América. Su centro de origen exacto sigue siendo un misterio, ya que no se han encontrado ejemplares silvestres en ninguna parte. Actualmente, el cultivo de *Zea mays* se distribuye por todo el mundo. Se sabe que crece desde los 58° N hasta los 40° S de latitud, y desde altitudes inferiores al nivel del mar hasta los 4 000 m, en los Andes. La forma o variedad morada de *Zea mays* es nativa del Perú.

INIA (2004) respecto a las características morfológicas y agronómicas de la variedad INIA 601 menciona lo siguiente:

Altura de planta	:	2,16 m
Altura de mazorca	:	1,24 m
Días a floración femenina	:	98
Días a maduración	:	170
Hojas normales	:	lanceoladas
Numero de hojas por planta	:	12
Numero de mazorcas por planta	:	1 a 2
Forma de mazorca	:	ligeramente cónica
Color de mazorca	:	morado intenso
Color de tusa	:	morado
Longitud de mazorca	:	17,5 cm
Diámetro de mazorca	:	4,6 cm
Numero de hileras	:	10 a 12
Numero de granos por hilera	:	26
Consistencia del grano	:	harinosa
Longitud del grano	:	13 mm
Ancho del grano	:	11 mm
Espesor	:	5 mm
Porcentaje de desgrane	:	78
Peso 1000 semillas	:	456,2 g
Potencial de rendimiento	:	6 tn/ha
Rendimiento en campo de agricultor	:	3 tn/ha

Justiniano (2010) señala que la fenología del maíz morado PMV – 518, bajo condiciones de la molina (UNALM), se inicia con el estado de desarrollo vegetativo, dando inicio el estado VE (emergencia) a los 7 días después de la siembra (dds) culminando con la floración masculina (estado de VT) a los 96 días dds. El estado de desarrollo reproductivo se inicia con el R1 (floración femenina a los 102 dds y termina con la madurez fisiológica (R6) a los 179 dds.

Requis (2012) señala en cuanto al distanciamiento que para la producción de maíz morado en general conviene tener una adecuada población de plantas para cosechar mayor número de mazorcas. Recomienda un distanciamiento de 0,80 m entre surcos y 0,50 m entre golpes, con tres semillas por golpe para tener una población de 75,000 plantas/ha (cantidad de semilla requerida es de 35 a 40 kg/ha).

En el Perú existen muchas variedades de maíz morado como: morado canteño, morado mejorado, morado Caraz, arequipeño, Cuzco morado, negro Junín y negro Canaán. Sin embargo, la variedad más comercial es el maíz morado Canteño porque se desarrolla bien entre los 1800 a 2500 msnm. En general la floración ocurre entre los 110 a 125 días, es tolerante a plagas y se adapta por ser nativa a las diferentes zonas. Asimismo, altitudes entre 1000 y 2900 msnm contribuyen a una óptima producción de maíz morado; sin embargo, se puede producir también a 3000 msnm INIA (2007).

Una eficiente preparación del terreno favorece la germinación y el enraizamiento del maíz morado. Para ello se realiza riego, arado del terreno y surcado con una distancia de 80 a 90 cm entre surcos. Risco (2007). Asimismo, Catalan (2012) afirma que la aradura del terreno es necesaria porque permite suavizar el terreno, airear, incorporar materia orgánica, controlar insectos en hibernación, exponer estructuras de hongos y bacterias que se encuentran al interior del suelo. En cuanto a la época de siembra la ideal es de agosto a octubre en la sierra y de abril a septiembre en la costa (Minagri, 2017).

Las zonas de producción del maíz morado en el país son: Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Huánuco, Ica, Lima, Moquegua y Lambayeque. La producción peruana de maíz morado ha mostrado una recuperación en sus niveles de producción a partir del 2003, creciendo a un ritmo promedio anual de 19,6 % en el año 2006, totalizando 10,6 mil toneladas. En el 2006 las principales regiones

productoras fueron Lima (24,2 %), Arequipa (21,8 %) y Cajamarca (20,6 %) (PROYECTO-UE-PERU/PENXE, 2007).

En cuanto a las condiciones agroecológicas Quispe et al (2011) señalan que el maíz morado requiere suelos franco-arcillosos con buena capacidad para el soporte de la humedad, es adaptable a diversos climas de la costa y sierra, que se ubiquen a lo largo de la cordillera de los andes entre los 1200 y 3000 msnm.

Injante et al (2010) con relación al riego manifiesta que el maíz utiliza 7000 m<sup>3</sup> por hectárea en forma convencional (por gravedad) y cuando se utiliza el sistema de tecnificado riego por goteo, el consumo de agua es de 3,000 a 3,500 m<sup>3</sup>.

Son 16 los elementos esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y estos provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo; del aire: carbono (C) como CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono); del agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H<sub>2</sub>O (agua); del suelo, el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl) (FAO, 2012).

En relación a las plagas cuando el clima es seco, se presenta ataque de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), para evitar los daños debe aplicarse insecticida granulado, Dipterex p.e. en la dosis comercial recomendada. Para evitar el ataque de los gusanos mazorqueros *Heliothis zea* y *Euxesta* spp, al momento de la floración femenina, aplicar 3 gotas de aceite comestible a los pistilos con ayuda de un gotero o de un mechón de lana, en 3 oportunidades (con una semana de intervalo). La dosis es de 3 litros de aceite/ha/aplicación (INIA, 2007).

La cosecha del maíz morado debe ser oportuna, es decir cuando los granos se encuentren en la etapa de madurez fisiológica o cuando las brácteas que cubren las mazorcas estén secas. El despanque puede realizarse cortando las plantas o con las

plantas paradas. Luego se debe llevar las mazorcas a los secadores hasta lograr la humedad requerida (Requis, 2012).

La hipótesis que se plantea es que al menos un distanciamiento se obtendrá un mayor rendimiento de maíz morado (*Zea mays L.*) en Cabana - Ancash.

El objetivo general será evaluar el efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento del maíz morado (*Zea mays L.*) en Cabana – Ancash.

Los objetivos específicos serán, determinar el mejor distanciamiento entre plantas para el rendimiento de maíz morado (*Zea mays*) en Cabana – Ancash y determinar las características morfoagronómicas del maíz morado (*Zea mays L.*) en Cabana – Ancash.



## II. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación fue de tipo experimental buscando obtener el mejor marco de siembra en el cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*), obteniendo comparaciones de tres distanciamientos de siembra. El diseño de la investigación será en Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A). El trabajo tuvo tres tratamientos con tres repeticiones. El área de cada parcela experimental fue de 100 m<sup>2</sup>. Los distanciamientos entre hilera de 0.8 m y entre planta como se indica en la tabla siguiente, considerando dos plantas por golpe. El área total de estudio es de 1264 m<sup>2</sup> y 900 m<sup>2</sup> de área efectiva de estudio.

**Tabla 1**

*Tratamientos del estudio*

<b>Tratamientos</b>	<b>Distanciamiento</b>
T1	0,40 cm x 0,80 cm
T2	0,50 cm x 0,80 cm
T3	0,60 c x 0,80 cm

La población está formada por un total de 13 876 plantas de maíz morado considerando 2 plantas por golpe. Como muestra se tomó 50 plantas por cada tratamiento. La variedad de maíz morado utilizado fue INA 601.

Este trabajo investigativo se realizó en el distrito de Cabana provincia de Pallasca, a 3224 msnm; HR. 86; una temperatura que fluctúa entre 19.5°C máxima y mínima de 4.1°C con una velocidad de viento de 8 km/h.

El trabajo de campo inicia con la preparación del terreno; el riego de machaco se realizó el 24 de setiembre del 2019, esto consiste en un riego pesado o prolongado (inundación) que permite que el suelo duro pueda absorber el agua a través de las

capas duras y de este modo pueda ponerse más suave para poder prepararlo con las herramientas. Posteriormente se sigue con el arado o barbecho, realizado el día 27 de setiembre del 2019, la finalidad de los barbechos es mejorar la eficiencia productiva, minimizando el uso del agua y los nutrientes por parte de las malezas, y asegurando buenos niveles de reserva para nuestro cultivo; luego de la arada se pasa a la cruza, el cual se realizó el 7 de octubre del 2019, esta actividad se realiza en sentido contrario al arado, con la finalidad de romper los terrones grandes. Antes de la siembra se realizó el surcado considerando el distanciamiento establecido.



*Figura 1.* Surcado para la siembra de maíz morado var. INIA 601

La siembra se realizó el 15 de octubre del 2019, en la localidad de Cabana, mediante el uso de surcos y con mayores distanciamientos para lograr una mayor producción. Esta labor se realiza marcando el área de trabajo experimental de 9 sub unidades los cuales son el resultado de tres tratamientos con sus tres respectivas repeticiones; los distanciamientos usados entre planta y planta son: 0,40, 0,50 y 0,60; y entre surco a surco para todos los casos es 0,80. Al momento de realizar la siembra se contempló que por cada golpe iría 2 semillas y eso fue lo que se replicó en campo.

En la localidad de Cabana, el cultivo de maíz se riega aprovechando la época de lluvia, razón por la cual solo se efectuó un riego el mismo que fue el 19 de noviembre del 2019, con la finalidad de uniformizar la emergencia de las plantas.



**Figura 2.** Riego para instalar el experimento de maíz morado var INIA 601

Siguiendo las recomendaciones realizadas por los obtentores de la variedad INIA 601, se decidió aplicar herbicida para control de maleza; el herbicida elegido fue Atrazina en una dosis de 200ml/mochila, una sola aplicación por campaña.



**Figura 3** Aplicación de herbicidas en el campo de maíz morado var. INIA 601

*Primer aporque:* se realiza a los 30 días después de la siembra, principalmente para eliminar las malezas.

*Segundo aporque:* se realiza a los 60 días después de la siembra, la finalidad es para brindar mayor cantidad de sustrato a la planta y evitar el acame.

Para este cultivo se realizó una fertilización de fondo al momento de la siembra, con la incorporación de Humus en una cantidad de 250 kg, repartidos de manera equitativa en las sub parcelas de estudio; la aplicación se realizó entre golpe y golpe. Un punto a resaltar es que se buscó la similitud del manejo convencional que realizan los agricultores de la zona por lo que no se realizó un plan de fertilización adecuado.

Constantemente se realizaban evaluaciones para identificar plagas y enfermedades, siendo la principal plaga encontrada el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el gusano mazorquero (*Chloridea zea*); siendo controlados con Tifón en una dosis de 50ml/mochila, una sola aplicación

La cosecha se realizó el día 12 de mayo del 2020 con un periodo vegetativo de 7 meses.



**Figura 4:** Cosecha de maíz morado var. INIA 601

Después se calcula el rendimiento a través del pesaje, se procedió a contar el número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera; para que conjuntamente con el número de mazorcas por planta.





*Figura 5:* evaluaciones por tratamientos

La técnica seleccionada para este trabajo de investigación es la Observación.

Los instrumentos de los cuales se apoyó el presente trabajo de investigación son: fichas y cartillas evaluativas. Así mismo se trabajó con los métodos del efecto de borde.

### III. RESULTADOS

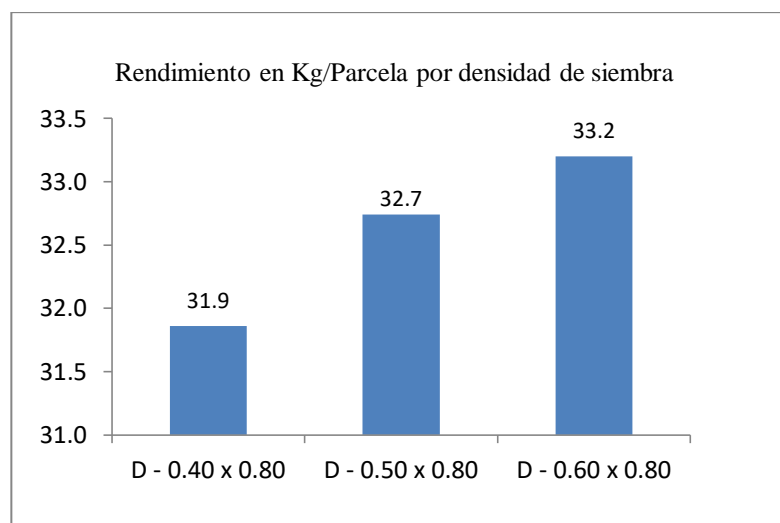
Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un  $p > 0.05$  para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene (Estadístico= 0.779,  $p = 0.500$  y  $p > 0.05$ ) para el objetivo específico efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de maíz morado, se realizó la prueba ANOVA.

**Tabla 2**

*Rendimiento en Kg/parcela según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.*

Repetición	Rendimiento (Kg/Parcela) por tratamiento		
	Densidad 0.40 x 0.80	Densidad 0.50 x 0.80	Densidad 0.60 x 0.80
R1	34.12	27.29	38.20
R2	28.69	31.30	33.18
R3	32.77	39.64	27.70
Media	31.86	32.74	33.02

Fuente: Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.



**Figura 6.** Rendimiento en Kg/parcela según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019. (Elaboración propia).

Se puede apreciar que el rendimiento medio o promedio en Kg/parcela del cultivo de maíz morado es ligeramente mayor cuando se cultiva a una densidad de 0.60x0.80 (33.02 Kg/parcela), seguido de las plantas cultivadas a una densidad de 0.50x0.80 (32.74 Kg/parcela) y finalmente las que nos presentan menor rendimiento promedio son las plantas de maíz morado cultivadas a una densidad de 0.40x0.80 (31.86 Kg/parcela).

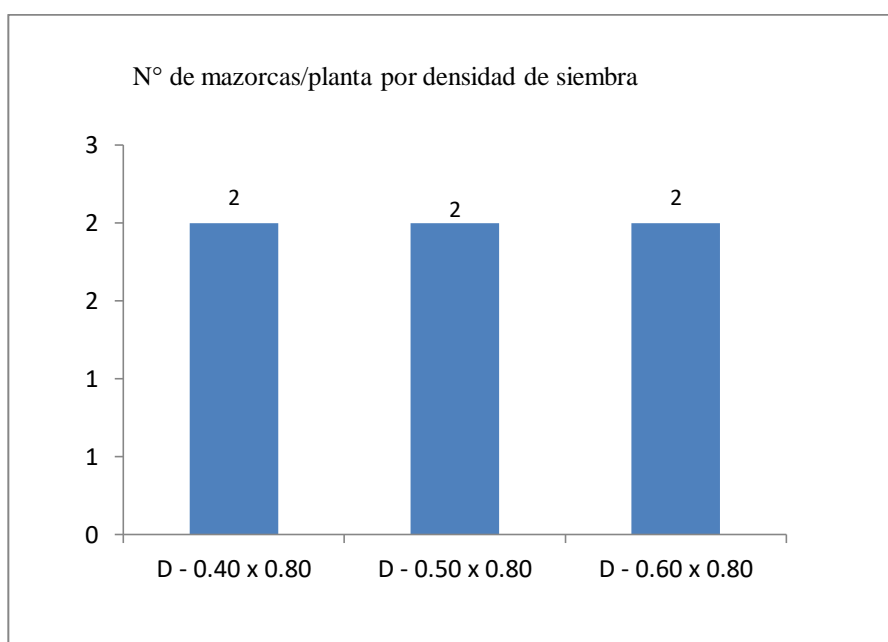
Efecto de la aplicación de tres densidades de siembra en las características morfoagronómicas del cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.

**Tabla 3**

*Número de mazorcas/planta según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.*

Repetición	Número de mazorcas/planta por tratamiento		
	Densidad 0.40 x 0.80	Densidad 0.50 x 0.80	Densidad 0.60 x 0.80
R1	2	2	2
R2	2	2	2
R3	2	2	2
Media	2	2	2

Fuente: Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.



**Figura 7.** Número de mazorcas/planta según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019. (Elaboración propia).

Se tiene que el número de mazorcas/planta promedio de maíz morado es igual para cada uno de los tratamientos.

Después de verificar que no se cumple el supuesto de normalidad con Shapiro – Wilk y la imposibilidad de calcular la prueba de homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene, porque todos los resultados del número de mazorcas/planta son una constante. se procedió a realizar la prueba de Kruskal-Wallis, lográndose como resultado el Estadístico H de Kruskal-Wallis=0000 ( $p=1$  y  $p>0.05$ ), lo que nos corrobora que el número de mazorcas/planta es igual para cada uno de los tratamientos.

También podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ : Número de mazorcas/planta son iguales en cada tratamiento). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia que el número de mazorcas/planta de maíz morado, en las diferentes densidades de siembra, son



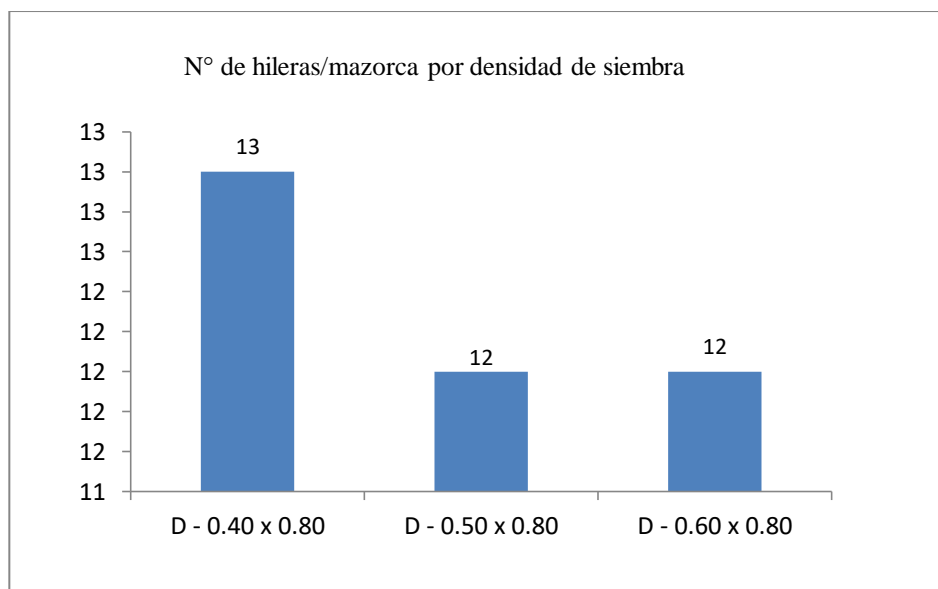
iguales. Es decir, no existe una diferencia significativa entre los números de mazorcas/planta en cada densidad de siembra.

**Tabla 4**

*Número de hileras/mazorca según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.*

Repetición	Número de hileras/mazorca por tratamiento		
	Densidad 0.40 x 0.80	Densidad 0.50 x 0.80	Densidad 0.60 x 0.80
R1	12	12	12
R2	14	12	13
R3	12	12	12
Media	13	12	12

Fuente: Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.



**Figura 8.** Número de hileras/mazorca según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019. (Elaboración propia).

En la tabla 6 se puede apreciar que el número de hileras/mazorca promedio de maíz es mayor cuando el cultivo se realiza a una densidad de 0.40x0.80 y es menor cuando el cultivo se realiza a densidades de 0.50x0.80 y 0.60x0.80 (12 hileras/mazorca en ambos casos).

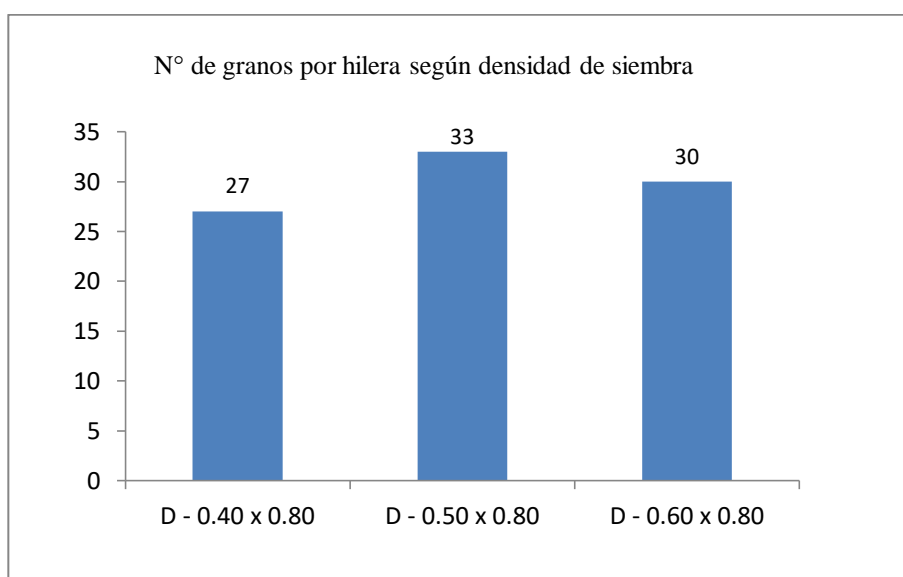
Después de verificar que no se cumple el supuesto de normalidad con Shapiro – Wilk y después de calcular la prueba de Levene (Estadístico= 9.60,  $p=0.013$  y  $p<0.05$ ), la que indica que no existe una homogeneidad de varianzas para el número de hileras/mazorca, se procedió a realizar la prueba de Kruskal-Wallis, lográndose como resultado el Estadístico H de Kruskal-Wallis=0000 ( $p=1$  y  $p>0.05$ ), lo que nos corrobora que el número de hileras/mazorca es significativamente igual para cada uno de los tratamientos. También podemos decir que no existe una diferencia significativa entre los números de hileras/mazorca en cada densidad de siembra.

**Tabla 5**

*Número de granos por hilera según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.*

Repetición	Número de granos por hilera por tratamiento		
	Densidad 0.40 x 0.80	Densidad 0.50 x 0.80	Densidad 0.60 x 0.80
R1	32	34	29
R2	21	34	35
R3	28	31	25
Media	27	33	30

Fuente: Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.



**Figura 9.** Número de granos por hilera según densidad de siembra, Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019. (Elaboración propia).

En la tabla se puede apreciar que el número de granos por hilera es ligeramente mayor cuando se cultiva a densidades de 0.50x0.80 (33 granos por hilera), seguido del cultivo a una densidad de 0.60x0.80 (30 granos por hilera) y menor número de granos por hilera se registra cuando el cultivo es realizado a 0.40x0.80 (27 granos por hilera).

#### IV. ANALISIS Y DISCUSION

Teniendo en consideración el primer objetivo específico se tiene que estadísticamente no hay diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo el rendimiento del T3 fue de 3302 Kg/ha del cultivo de maíz morado lo que se puede observar que es ligeramente mayor cuando se cultiva a una densidad de 0.60 m entre plantas y 0.80 m entre surcos, seguido del tratamiento T2 de las plantas cultivadas a una densidad de 0.50 m entre plantas y 0.80 m entre surcos se obtuvo un rendimiento de 3274 Kg/ha y finalmente las que nos presentan menor rendimiento promedio son las plantas de maíz morado fue el tratamiento T1 cultivadas a una densidad de 0.40 entre plantas y 0.80 m entre surcos con un rendimiento de 3180 Kg/ha, llegando a coincidir con Campodónico (2013) quien obtuvo mejores rendimientos con densidades bajas, sin embargo no coincide con Pedraza et al (2017), Mendieta (2015) quienes llegaron a la conclusión que con distanciamientos de 0,80 m entre surcos y 0,40 m entre plantas obtuvieron mejor producción, igualmente que Begazo (2013) quien indica que con distanciamiento entre surcos de 0,80 m y 0,20 m entre surcos obtuvo mejores rendimientos.

En el objetivo específico sobre determinar las características morfoagronómicas del maíz morado (*Zea mays* L.) en Cabana – Ancash, se tiene los siguientes resultados de las variables en estudio, en la evaluación referido al número de mazorcas/planta de maíz morado, en las diferentes densidades de siembra, son iguales. Es decir, no existe una diferencia significativa entre los números de mazorcas/planta en cada densidad de siembra, presentando dos mazorcas de maíz morado por planta, en el número de hileras/mazorca promedio de maíz es mayor cuando el cultivo se realiza a una densidad de 0.40x0.80 con 13 hileras/mazorca y es menor cuando el cultivo se realiza a densidades de 0.50x0.80 y 0.60x0.80 donde se obtuvieron 12 hileras/mazorca en ambos casos y el número de granos por hilera es ligeramente mayor cuando se cultiva a densidades de 0.50x0.80 con 33 granos por hilera, seguido del cultivo a una densidad de 0.60x0.80 que presento 30 granos por hilera y el menor número de granos por hilera se registra cuando el cultivo es realizado a 0.40x0.80

obteniéndose 27 granos por hilera, estas características coinciden con Obando (2019) quien obtuvo 11,7 hileras/mazorca, sin embargo no coincide en los granos/hilera quien obtuvo 18,35.

## V. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN

El trabajo de investigación referido al efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays L.*) Cabana – Ancash, se tiene que la densidad de siembra de 0,60 entre plantas y 0,80 entre surcos es la que mejor resultados se presentó con 3,302 kg/ha, mientras que la densidad que presento menor rendimiento fueron las densidades de 0,50x0,80 y 0,4x 0,80 con 3274 kg/ha respectivamente, llegando a la conclusión que el mejor rendimiento de maíz morado se obtuvo con los distanciamientos de 0,60x 0,80 con 3,302 kg/ha.

El maíz morado referente a los indicadores morfoagronómicos se tuvo que el número de mazorcas por planta en todos los tratamientos se obtuvieron 2 mazorcas por planta, el número de hileras por mazorca se obtuvo 13 hileras por mazorca cuando el distanciamiento fue de 0,5x0,80 y en granos por hilera fue de 30 en un distanciamiento de 0,60x0,80 y en el tratamiento cuya densidad fue 0,40x0,80 se obtuvo 27 granos por hilera llegando a concluir el tratamiento que mejor resultados presento fue con una densidad de 0,40 m entre plantas y 0,80 m entre surcos.

Se recomienda evaluar otros indicadores de calidad del maíz morado, para reforzar los parámetros evaluados en la presente investigación.

Evaluar diferentes variedades de maíz morado en lo referente a las concentraciones de antocianinas que presentan las mazorcas de maíz morado, debido a las propiedades medicinales que presenta.

## **VI. DEDICATORIA**

Dedico con todo corazón mi trabajo de tesis a mi madre, pues sin ella no lo habría logrado. Tu bendición a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo.

También la dedico a mi esposa e hija quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme y poder llegar a ser un ejemplo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que junto a mi caminaron en todo momento y siempre fueron Inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención en especial para Dios, mi Madre, mi esposa y mi hija, así como mis tíos padres, demás familiares, y a cada una de las personas amigas que me brindaron su apoyo. Muchas gracias a ustedes por demostrarme que “El verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere”.

Mi gratitud también al P.E. de Ingeniería Agrónoma de la Universidad San Pedro de Chimbote y a cada uno de los docentes que con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.

**Gracias Infinitas a todos**

**David**



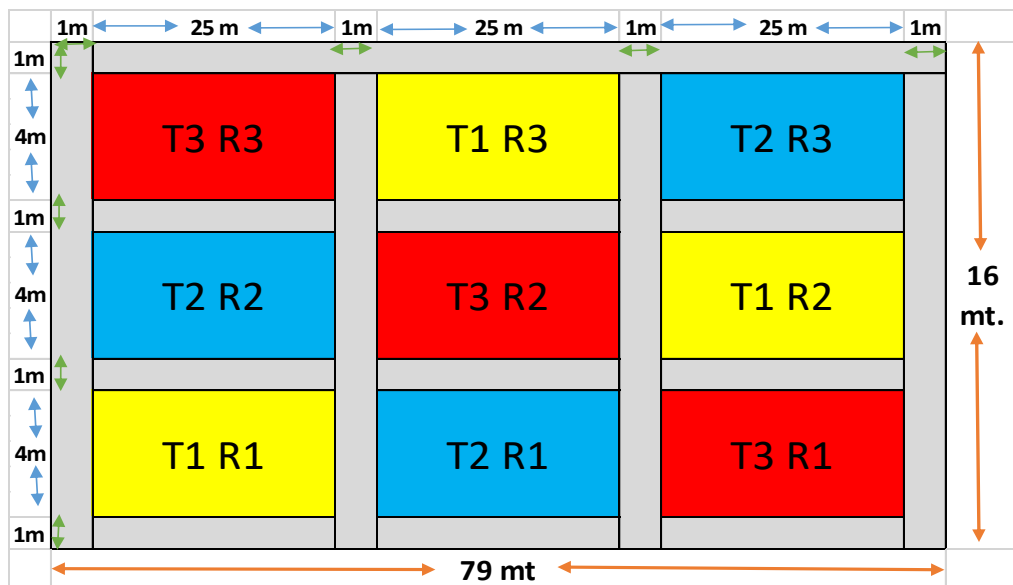
## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Begazo Torres, J. (2013). Marco de siembra en el rendimiento de maiz morado (*Zea mays* L.) ecotipo arequipeño en la irrigacion majes 2012 - 2013. Arequipa, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4152/AGbetojl015.pdf?sequence=1&isAl>
- Campodónico, F. (21 de Noviembre de 2012). Evaluacion de rendimiento de maiz en funcion de distintas densidades de siembra, en el partido de Lima, provincia de Buenos Aires. Argentina.
- Catalan Bazan, W. (2012). Manejo integrado de plagas en el cultivo de maiz amilaceo blanco. Cusco, Perú.
- Cruz Ramirez, M. (Noviembre de 2017). Efecto de cuatro densidades de siembra y cuatro dosis de fertilizantes NPK en el desarrollo y rendimiento del maiz (*Zea mays* L.). Honduras.
- DeConceptos. (2019).
- EcuRed. (2018).
- Esquivel, C. (21 de Marzo de 2019). El maiz morado.
- FAO. (2012). El estado mundial de la agricultura y la alimentacion.
- Inia. (Junio de 2004). Maiz INIA 601.
- INIA. (2004). Maiz morado INIA 601.
- INIA. (2007). Cultivo de Maiz Morado.
- Injante Silva, P., & Juyo Coronado, G. (2010). Manejo integrado de maiz amarillo duro. La Libertad, Perú.
- Justiniano Aysanoa, E. (2010). Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mayz* L.) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de La Molina. Lima, Perú.

- Mendieta Escalante, E. (2015). Control de malezas y densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de maiz morado (*Zea mays* L.) Cangari 2320 msnm Huanta - Ayacucho. Ayacucho, Perú. Obtenido de [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/865/Tesis%20Ag1132\\_Men.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/865/Tesis%20Ag1132_Men.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Minagri. (2017). Maiz morado.
- Obando, E. (2019). *caracterización morfológica de maíz blanco harinoso (Zea mays L.) material nativo "Chazo" de la provincia de Chimborazo*, Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Tecnica de Anbato. Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29726/1/Tesis-234%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20636.pdf>
- Pedraza Guevara, M., Idrogo Vasquez , G., & Pedraza Guevara, S. (Julio de 2017). Densidad de siembra y comportamiento agronomico de tres variedades de maiz morado (*Zea mays* L.). Amazonas, Perú. Obtenido de <https://revistaeciperu.com/wp-content/uploads/2017/07/20revistaeciperu2017130616pedraza1.pdf>
- PROYECTO-UE-PERU/PENXE. (2007).
- Quispe Jacobo, F., Arroyo Condorena, K., & Gorriti Gutierrez, A. (2011). Características morfológicas y químicas de tres cultivares de maiz morado (*Zea mays* L.) en Arequipa - Peru.
- Requis Varillas , F. (Setiembre de 2012). Manejo agronomico del maiz morado en los valles interandinos del Perú. Lima, Perú. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/313908946/Manejo-Integrado-de-Cultivo-de-Maiz-Morado-Inia>
- Risco Mendoza, M. (2007). Conociendo la cadena productiva del maiz morado en Ayacucho. Ayacucho.
- Rodriguez Muñoz, J. (2013). Comportamiento agronomico de cinco hibridos de maiz (*Zea mays* L.) en estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra. Guayaquil, Ecuador.

Sanar. (30 de Agosto de 2010). Maiz morado. Obtenido de <https://www.sanar.org/plantas-medicinales/maiz-morado>

## VIII. ANEXOS



**Figura 1:** Croquis del Experimento

**Tabla 1***Operacionalización de las variables*

Variables	Definición operacional	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>V.I.:</b>					
Densidad de siembra de maíz morado			Diferentes densidades	Número de plantas por tratamiento	Razón
<b>V.D.:</b>					
Rendimiento			Producción/ha	Peso de mazorcas/área	Razón
Calidad			Características morfoagronómicas	Nº mazorcas/planta Nº hileras/mazorca Nº granos/hilera	Razón Razón Razón

**Tabla 2**

*Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de los rendimientos en Kg/parcela de las plantas de maíz morado por tratamiento.*

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tratamiento	2,222	2	1,111	,032	,969
Repetición	10,009	2	5,004	,143	,871
Error	140,437	4	35,109		
Total	152.667	8			

Fuente: Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.

**Tabla 3**

*Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias del número de plantas de maíz morado cosechadas por tratamiento.*

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tratamiento	938,000	2	469,000	1,060	,427
Repetición	844,667	2	422,333	,955	,458
Error	1769,333	4	442,333		
Total	3552.000	8			

Fuente: Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.

**Tabla 4**

*Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias del número de mazorcas por tratamiento.*

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
--------	-------------------	----	------------------	---	-----

Tratamiento	107,556	2	53,778	,026	,974
Repetición	497,556	2	248,778	,122	,888
Error	8133,111	4	2033,278		
Total	8738.222	8			

Fuente: Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.

### Tabla 5

*Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias del número de granos por hilera según tratamiento.*

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tratamiento	54,222	2	27,111	1,102	,416
Repetición	20,222	2	10,111	,411	,688
Error	98,444	4	24,611		
Total	172.889	8			

Fuente: Cultivo de maíz morado, Cabana-Ancash 2019.