

# ARTÍCULOS ORIGINALES

## CIENCIAS AGRARIAS Y PECUARIAS

### RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.) CANAÁN 2735 msnm, AYACUCHO

**José Quispe Tenorio**

Unidad de Investigación e Innovación de Ciencias Agrarias  
Programa de Investigación en Cultivos Alimenticios- Área de Mejoramiento Genético de Plantas  
E-mail: jose.quispe@unsch.edu.pe

#### RESUMEN

Se estudiaron cuatro poblaciones de maíz morado de libre polinización, con el objetivo de evaluar caracteres de planta, productividad de mazorca y heredabilidad, en las condiciones de Canaán, a 2735 msnm, 13°10'09" latitud sur y 74°32'82" longitud oeste, Ayacucho. La unidad experimental fue una parcela de 3 surcos, 5 m de largo, 0.5 m entre golpes, 0.80 m entre surcos y 2 plantas por golpe. Se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar, con 4 variedades y 3 bloques. La altura de planta promedio fue de 204.3 cm, sin diferencia significativa entre variedades, estas se diferenciaron significativamente en altura de mazorca, con 125.3, 124.0, 110.7 y 108 cm para Compuesto A, PMV 581, Compuesto B y INIA 615. No se encontró diferencia significativa entre variedades para la longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso de mazorca, con promedios de 20.72 cm, 5.09 cm y 172.92 g. Se encontró diferencia significativa entre variedades para el rendimiento de mazorcas, con promedios de 9851.8, 9110.4, 8459.9 y 6608.9 kg/ha para las variedades INIA 615, Compuesto A, Compuesto B y PMV 581. El rendimiento estuvo correlacionado positiva y significativamente con longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso de mazorca. La heredabilidad fue baja en la longitud de mazorca (0.19), media en la altura de planta (0.49), diámetro de mazorca (0.42) y peso de mazorca (0.35) y alta en la altura de mazorca (0.80) y rendimiento (0.79).

Palabras clave. Maíz morado, rendimiento, heredabilidad.

### YIELD OF FOUR VARIETIES OF CORN PURPLE (*Zea mays* L.) CANAÁN 2735 masl, AYACUCHO

#### ABSTRACT

Four populations of free-pollinated purple maize were studied, with the objective of evaluating plant characters, ear productivity and heritability, under the conditions of Canaan, at 2735 masl, 13°10'09" south latitude and 74°32'82" west longitude, Ayacucho. The experimental unit was a plot of 3 furrows, 5 m long, 0.5 m between strokes, 0.80 m between furrows and 2 plants per stroke. The randomized complete blocks experimental design was used, with 4 varieties and 3 blocks. The height of average plant was of 204.3 cm, without significant difference between varieties, these differed significantly in ear height, with 125.3, 124.0, 110.7 and 108 cm for Compound A, PMV 581, Compound B and INIA 615. No difference was found significant among varieties for the length of ear, ear diameter and ear weight, with averages of 20.72 cm, 5.09 cm and 172.92 g. There was a significant difference between varieties for the ear yield, with averages of 9851.8, 9110.4, 8459.9 and 6608.9 kg/ha for the varieties INIA 615, Compound A, Compound B and PMV 581. The yield was correlated positively and significantly with ear length, ear diameter and ear weight. Heritability was low in cob length (0.19), average in plant height (0.49), ear diameter (0.42) and ear weight (0.35) and high in cob height (0.80) and yield (0.79).

Keywords. Purple corn, yield, heritability.

#### INTRODUCCIÓN

Entre los años 2007 a 2017, en el Perú se registró un incremento de 120 % en la producción de maíz morado, que fue de 10509 a 23092 toneladas. En la región Ayacucho en el año 2014 se registró una producción de 2073 toneladas y en el año 2017 fue de 2960 toneladas, el incremento en este periodo fue de 43 %. En la región Ayacucho históricamente se registran los rendimientos más bajos, 3427 kg/ha en promedio de 4 años (2014 a 2017), mientras que los mayores rendimientos se dieron en las regiones de Huánuco (6809 kg/ha, año 2014), Huánuco (7018 kg/ha, año 2015), Moquegua (7109 kg/ha, año 2016) y Lima (6991 kg/ha, año 2017). El potencial de la región Ayacucho para el incremento

de la producción de maíz morado reside en los factores ambientales favorables y en la superficie cosechada, así, entre los años 2014 a 2017 ocupó el segundo lugar en superficie cosechada con 486 hectáreas en promedio después de Lima que anotó 1442 hectáreas (MINAGRI, 2019). El incremento de la producción de mazorcas de maíz morado en la región Ayacucho se daría en caso se mejore la productividad.

En el contexto del desarrollo sostenible, se conoce que la sostenibilidad de la producción agrícola en los ecosistemas diversos es más viable cuando la base genética del cultivo es diversa, esta cualidad de los cultivos haría frente a la presencia de factores de riesgo que ocasionan grandes

pérdidas en sistemas homogéneos. La base genética de las variedades de maíz morado en las principales zonas de cultivo de Ayacucho, Apurímac y Huancavelica es restringida, cimentada sobre las variedades Morado Canteño, INIA 615 y PMV 581. Para la sostenibilidad de la producción agrícola es recomendable la diversificación del cultivo con variedades de características deseables en el mercado y de buena productividad.

En el Programa de Investigación en Cultivos Alimenticios, se han desarrollado dos poblaciones de maíz morado, denominados Compuesto A y Compuesto B, con el propósito de incrementar la base genética del cultivo en la región, por lo que se debe cumplir la etapa de prueba preliminar de éstos con las variedades más posicionadas. El objetivo general del presente estudio fue evaluar caracteres de planta, productividad de mazorca y heredabilidad en cuatro variedades de maíz morado, INIA 615, PMV 581, Compuesto B y Compuesto A en las condiciones de Canaán a 2735 msnm, Ayacucho.

Poehlman y Allen (2003), señalan, es posible pensar que cada óvulo de una mazorca de maíz de polinización libre podría ser fecundado por un diferente progenitor masculino; esto hace dudar que cualquier par de semillas de una mazorca de maíz, o cualquier par de plantas de un campo de maíz de polinización libre, tengan exactamente el mismo genotipo. Cada planta de maíz es un genotipo híbrido distinto, y un campo de maíz de polinización abierta es una mezcla de plantas híbridas complejas que poseen variación tanto fenotípica como genotípica. Con cada nueva generación, hay recombinación de los genes, lo que conserva la alta heterocigosidad del maíz de polinización libre y mantiene su variabilidad genética.

Dudley and Moll (1969), indican, que la variancia fenotípica es la variancia total entre los fenotipos que se desarrollan sobre el rango de medioambientes de mayor interés. La variancia genética total es la parte de la variancia fenotípica que puede ser atribuida a las diferencias genotípicas entre los

fenotipos. La variancia de la interacción genotipo medio ambiente es aquella parte de la variancia fenotípica atribuible a la falta de diferencias entre genotipos similares en diferentes medioambientes.

Refieren, que la variancia genética total puede ser subdividida en variancia genética aditiva, variancia genética de dominancia y variancia genética epistática. La variancia genética total aditiva en una población es la suma de la variancia genética aditiva contribuida por loci individuales. La variancia genética aditiva para un simple locus está determinada por la frecuencia génica y por el efecto medio de sustitución de un alelo por otro (efecto aditivo). El concepto de variancia genética aditiva no implica necesariamente acción genética aditiva. La variancia genética aditiva puede deducirse de genes con algún grado de dominancia o epistasis. Definen, a la variancia de la dominancia como la variancia intralocus que permanece después de la sustracción de la variancia aditiva del total de variancia intralocus.

También, definen, a la variancia genética epistática, como aquella porción de la variancia genética total que permanece después de la sustracción de la variancia total intralocus y representa la falta de aditividad de la variancia genética intralocus que está explicada por la variación total entre genotipos. Refieren que Cockerham (1954) y Kempthorne (1955) han subdividido la variancia epistática en los tipos representativos de variación posibles, interacción entre efectos aditivos y dominantes.

Finalmente señalan que la heredabilidad en el sentido amplio es la relación de la variancia genética total sobre la variancia fenotípica; y la heredabilidad en el sentido restringido es la relación de la variancia genética aditiva sobre la variancia fenotípica.

La heredabilidad de un carácter en particular puede ser cualquier número desde 0 hasta 1. No existe una definición precisa en lo que se entiende por alta o baja heredabilidad, pero por lo general se aceptan los siguientes valores: alta heredabilidad > 0.5, heredabilidad media = 0.2 – 0.5, baja heredabilidad < 0.2 (Stansfield, 1984).

**Tabla 1.1.** Componentes de variancia, heredabilidad y selección del peso de mazorca de maíz morado (*Zea mays* L.) Compuesto B, por ciclo de selección.

Componentes		Ciclo				
		C0	C1	C2	C3	C4
Variancia genética	$\sigma_G^2$		655.82	290.56	417.70	398.75
Variancia ambiental (parcelas)	$\sigma_E^2$		2.61	10.00	100.96	33.93
Variancia fenotípica	$\sigma_F^2$		658.42	300.55	518.66	432.68
Heredabilidad	$h^2$		1.00	0.97	0.81	0.92
Promedio población	$\bar{Y}_0$	147.47	99.53	103.96	150.81	157.69
Ganancia por selección predicha	GS		15.42	6.04	6.05	10.11
Porcentaje de mejora predicha	%GS		15.49	5.81	4.01	6.41
Ganancia por selección observada	GSO		-47.94	4.43	46.85	6.88
Porcentaje de mejora observada	%GSO		-32.51	4.45	45.07	4.56

Fuente: Mamani (2017), Espinoza (2016), Gómez (2017) y Espinoza (2019).

Un programa de selección masal recurrente, se inició en el año 2012 en Canaán - Ayacucho, se instaló un campo con dos surcos de las variedades PMV 581, Compuesto A y INIA 615 intercalado con dos surcos de un compuesto balanceado de las tres variedades, se cosecharon mazorcas del compuesto al que se denominó “Compuesto B” (Salinas, 2014), en la campaña agrícola 2013-2014 se inició el primer ciclo de selección (C1) (Mamani, 2017), completándose cuatro ciclos en las campañas agrícolas 2014-2015 (C2) (Espinoza, 2016), 2015-2016 (C3) (Gómez, 2017) y 2016-2017 (C4) (Espinoza, 2019). Todos los ciclos de selección se realizaron

utilizando la metodología de “selección masal estratificada” (Gardner, 1961). Los resultados de componentes de variancia, heredabilidad y selección para cuatro ciclos se presentan en la tabla 1.1.

En relación a caracteres de planta y mazorca en un segundo programa de selección masal recurrente, con una población de maíz morado variedad Compuesto A, varios tesisistas, encontraron los valores que se indican en la tabla 1.2. La selección se realizó por peso de mazorca (Prado, 2019; Valenzuela, 2015; Quispe, 2019 y Quispe, 2017).

**Tabla 1.2.** Caracteres de planta y mazorca en cinco ciclos de selección masal recurrente por peso de mazorca de maíz morado variedad Compuesto A.

Carácter		Autor			
		Prado (2019)	Valenzuela (2015)	Quispe Y. (2019)	Quispe S. (2017)
Altura de planta	cm	272.00	240.00		
Altura de mazorca	cm		136.00		
Longitud de mazorca	cm	16.11	15.90	16.49	18.05
Diámetro de mazorca	cm	4.39	4.54	4.68	3.94
Diámetro de tuza	cm			2.80	1.82
Número de hileras por mazorca		10.67	10.53	10.55	10.62
Número de granos por hilera			27.45		
Peso de 1000 semillas	g		400.20	386.24	390.80
Peso de mazorca	g	133.20	126.58	127.58	139.19
Peso de grano	g	109.74	108.53	108.71	119.76
Peso de tusa	g	23.74	18.05	18.11	19.43
Rendimiento	kg/ha	8657.68	8227.70	8292.54	9047.35

Fuente: Prado (2019), Valenzuela (2015), Quispe (2019) y Quispe (2017).

Salisbury y Ross (2000), en la obra “Fisiología de las Plantas. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental”, señalan, que la ley de la tolerancia, que incluye los conceptos de factores limitantes y niveles de factor óptimos, sugiere que el potencial genético de una planta para la productividad podría lograrse si se pudiesen optimizar todos los factores del entorno.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación

El experimento se condujo en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito Andrés Avelino Cáceres a 4 km de la ciudad universitaria y a 2735 msnm, latitud 13°10'09" S y altitud 74°32'82" O.

### 2.2. Material genético

**PMV 581:** Variedad compuesta, mejorada por el Programa de Investigación y Proyección Social de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

**INIA 615- Negro Canaán:** Variedad compuesta, obtenida a partir de 36 colecciones de cultivares de la raza Kculli, colectadas el año 1990 en las provincias de Huanta (22), Huamanga (8) y San Miguel (6); mejoradas por selección recurrente de medios hermanos por nueve ciclos.

**Compuesto A.** Variedad compuesta, obtenida mediante seis ciclos de selección recurrente por peso de mazorca en base a una colección de maíz de libre polinización procedente de Arequipa.

**Compuesto B.** Variedad compuesta obtenida de un compuesto balanceado de las variedades INIA 615, PVM 581 y Compuesto A, con cinco ciclos de selección recurrente por peso de mazorca.

### 2.3. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada de una parcela de maíz morado de 3 surcos, 5 m de largo, 0.5 m entre golpes, 0.80 m entre surcos y densidad de siembra de 3 semillas por golpe, en el desahije se dejaron 2 plantas por golpe (figura 2.1).

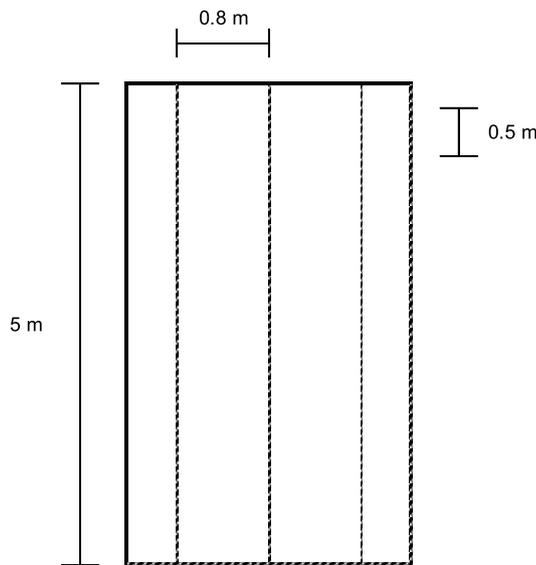


Figura 2.1. Esquema de la parcela experimental.

### 2.4. Campo de cultivo

La disposición del campo de cultivo se adecuó al sistema de riego por goteo. En la figura 2.2 se puede apreciar el esquema correspondiente.

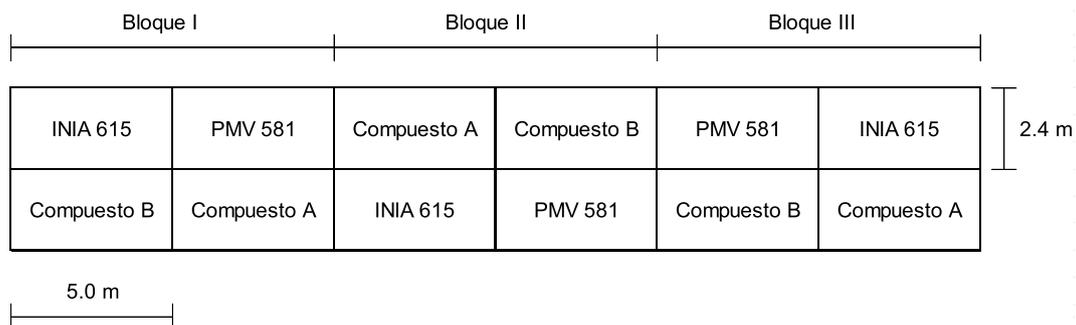


Figura 2.2. Esquema del campo de cultivo

### 2.5. Variables

Se evaluaron caracteres de la planta y productividad de mazorca. Los indicadores de caracteres de planta se expresaron en indicadores de altura de planta (cm) y altura de mazorca (cm). La productividad de mazorca se expresó en indicadores de dimensión y peso de la mazorca fisiológicamente madura en la posición más alta de una planta seleccionada. Las dimensiones que se tomaron fueron: longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm) y peso de mazorca (g). El rendimiento es otro indicador de productividad, se expresa como el peso de mazorcas seca a 14 % de humedad por hectárea.

### 2.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar, considerando 4 tratamientos (variedades de maíz) y 3 repeticiones (bloques).

### 2.7. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de variancia según el diseño experimental usado (tabla 2.1) y pruebas de Tukey para cada carácter (Steel y Torrie, 1985).

Tabla 2.1. Análisis de variancia de efectos fijos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fcalculado
Bloques	$r - 1$	SC bloques	CM bloques	$CM\ bloques / CM_{error}$
Variedades	$t - 1$	SC variedades	CM variedades	$CM\ variedades / CM_{error}$
Error	$(t - 1)(r - 1)$	SC error	CM error	
Total	$tr - 1$	SC total		

## 2.8. Análisis genético

El análisis genético se realizó mediante el análisis de variancia según el diseño experimental usado (tabla 2.2) (Steel y Torrie, 1985).

**Tabla 2.2.** Análisis de variancia de efectos aleatorios

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Esperados Cuadrados Medios
Bloques	r - 1	SC bloques	CM <i>bloques</i>	$\sigma_e^2 + t\sigma_b^2$
Variedades	t - 1	SC variedades	CM variedades	$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2$
Error	(t - 1)(r - 1)	SC error	CM error	$\sigma_e^2$
Total	tr - 1	SC total		

$\sigma_e^2 = CM \text{ error}$  Es la variancia del error

$\sigma_g^2 = \frac{CM \text{ variedades} - CM \text{ error}}{r}$  Es la variancia genética

$\sigma_E^2 = \frac{\sigma_e^2}{r}$  Es la variancia ambiental

$\sigma_f^2 = \sigma_g^2 + \frac{\sigma_e^2}{r}$  Es la variancia fenotípica

$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2}$  Es la heredabilidad

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Caracteres de planta

#### Altura de planta

**Tabla 3.1.** Análisis de variancia de la altura de planta de variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Modelo	5	1990.2	398.0	2.28	0.1726
Bloque	2	960.2	480.1	2.75	0.1422
Variedad	3	1030.0	343.3	1.96	0.2208
Error	6	1048.5	174.8		
Total	11	3038.7			

CV (%) = 6.47

Promedio = 204.33

En el carácter altura de planta, a un nivel de significación de 5 % no se encontró diferencia significativa entre variedades [(Pr > Fc) = 0.2208], el coeficiente de variación fue de 6.47

%, lo que indica un adecuado control de factores no considerados en el estudio. El promedio general de la altura de planta fue de 204.33 cm (tabla 3.1).

**Tabla 3.2.** Prueba de Tukey de la altura de planta de variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	n	Promedio	Tukey 0.05
Compuesto A	3	215.0	a
Compuesto B	3	211.3	a
PMV 581	3	199.0	a
INIA 615	3	192.0	a

DSM = 37.36

Los promedios individuales de cada variedad se pueden observarse en la tabla 3.2, las diferencias observadas se atribuyen a factores aleatorios y no al genotipo de las variedades, sin embargo, se encontró valores promedio de 192.0 a 215.0 para las variedades INIA 615 y Compuesto A respectivamente. En un programa de selección masal

recurrente Prado (2019) y Valenzuela (2015) encontraron valores de 272 y 240 cm para la variedad Compuesto A en los ciclos de selección primero y segundo respectivamente, estas diferencias entre los evaluados por Prado y Valenzuela respecto al presente estudio se atribuyen a efectos ambientales.

### Altura de mazorca

**Tabla 3.3.** Análisis de variancia de la altura de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Modelo	5	1589.2	317.8	6.65	0.0195
Bloque	2	870.5	435.3	9.10	0.0152
Variedad	3	718.7	239.6	5.01	0.0450
Error	6	286.8	47.8		
Total	11	1876.0			

CV (%) = 5.91

Promedio = 117.00

En el carácter altura de mazorca, a un nivel de significación de 5 % se encontró diferencia significativa entre variedades [(Pr > Fc) = 0.0450], el coeficiente de variación fue de 5.91

%, lo que indica un adecuado control de factores no considerados en el estudio. El promedio general de la altura de mazorca fue de 117.00 cm (tabla 3.3).

**Tabla 3.4.** Prueba de Tukey y Duncan de la altura de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	n	Promedio	Tukey 0.05	Duncan 0.05
Compuesto A	3	125.3	a	a
PMV 581	3	124.0	a	a b
Compuesto B	3	110.7	a	b c
INIA 615	3	108.0	a	c

DSM = 19.54 (Tukey)

DSM<sub>p</sub> = 13.81<sub>2</sub>, 14.32<sub>3</sub>, 14.57<sub>4</sub> (Duncan)

p es el rango de promedios

Las diferencias estadísticas que deben considerarse en el caso de la altura de mazorca se evalúan mejor con la prueba de Duncan, debido a que coinciden con el análisis de variancia, mientras que la prueba de Tukey no es concordante. Los promedios individuales de cada variedad se pueden observarse en la tabla 3.4, las diferencias observadas se atribuyen al genotipo de las variedades, los valores extremos fueron de 108.0 cm para la variedad INIA

615 y de 125.3 cm para la variedad Compuesto A, se puede deducir que el Compuesto B se asemeja a INIA 615 y PMV 581 a Compuesto A. En un programa de selección masal recurrente, Valenzuela (2015) encontró un valor de 136 cm para la variedad Compuesto A en el segundo ciclo de selección, que fue ligeramente superior al Compuesto A del presente estudio.

### 3.2.Productividad de mazorca

#### Longitud de mazorca

**Tabla 3.5.** Análisis de variancia de la longitud de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays L.*). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Modelo	5	4.635	0.927	0.78	0.6009
Bloque	2	0.182	0.091	0.08	0.9277
Variedad	3	4.453	1.484	1.24	0.3743
Error	6	7.172	1.195		
Total	11	11.807			

CV (%) = 5.27

Promedio = 20.72

En el carácter longitud de mazorca, a un nivel de significación de 5 % no se encontró diferencia significativa entre variedades [(Pr > Fc) = 0.3743], el coeficiente de

variación fue de 5.27 %, lo que indica un adecuado control de factores no considerados en el estudio. El promedio general de la longitud de mazorca fue de 20.72 cm (tabla 3.5).

**Tabla 3.6.** Prueba de Tukey de la longitud de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	n	Promedio	Tukey 0.05
Compuesto B	3	21.4	a
INIA 615	3	21.2	a
Compuesto A	3	20.5	a
PMV 581	3	19.9	a

DSM = 3.09

Los promedios individuales de cada variedad se pueden observarse en la tabla 3.6, las diferencias observadas se atribuyen a factores aleatorios y no al genotipo de las variedades, sin embargo, se encontró valores promedio de 19.9 a 21.4 para las variedades PMV 581 y Compuesto B respectivamente. En un programa de selección masal

recurrente varios tesisistas encontraron valores de 15.88 a 18.05 cm para la variedad Compuesto A en los ciclos de selección primero a sexto (Prado, 2019; Valenzuela, 2015; Quispe, 2019 y Quispe, 2017), estas diferencias entre los evaluados por los tesisistas respecto al presente estudio se atribuyen a efectos ambientales.

#### Diámetro de mazorca

**Tabla 3.7.** Análisis de variancia del diámetro de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays L.*). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Modelo	5	1.804	0.361	1.15	0.4281
Bloque	2	0.182	0.091	0.29	0.7588
Variedad	3	1.623	0.541	1.72	0.2614
Error	6	1.885	0.314		
Total	11	3.689			

CV (%) = 11.01

Promedio = 5.09

En el carácter diámetro de mazorca, a un nivel de significación de 5 % no se encontró diferencia significativa entre variedades [(Pr > Fc) = 0.2614], el coeficiente de

variación fue de 11.01 %, lo que indica un adecuado control de factores no considerados en el estudio. El promedio general de la longitud de mazorca fue de 5.09 cm (tabla 3.7).

**Tabla 3.8.** Prueba de Tukey del diámetro de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	n	Promedio	Tukey 0.05
Compuesto B	3	5.4	a
INIA 615	3	5.3	a
Compuesto A	3	5.2	a
PMV 581	3	4.5	a

DSM = 1.58

Los promedios individuales de cada variedad se pueden observar en la tabla 3.8, las diferencias observadas se atribuyen a factores aleatorios y no al genotipo de las variedades, sin embargo, se encontró valores promedio de 4.5 a 5.4 para las variedades PMV 581 y Compuesto B respectivamente. En un programa de selección masal recurrente varios tesisistas encontraron valores de 3.9 a 4.7 cm

para la variedad Compuesto A en los ciclos de selección primero a sexto (Prado, 2019; Valenzuela, 2015; Quispe, 2019 y Quispe, 2017), valores parecidos respecto al presente estudio; por otra parte, Quispe (2019) en las variedades procedentes de Cajamarca INIA 601 y MM encontró valores de 4.2 y 4.1 cm respectivamente, valores que son similares al presente estudio.

### Peso de mazorca

**Tabla 3.9.** Análisis de variancia del peso de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Modelo	5	2522.4	504.5	1.01	0.4835
Bloque	2	208.2	104.1	0.21	0.8170
Variedad	3	2314.3	771.4	1.55	0.2960
Error	6	2986.5	497.8		
Total	11	5508.9			

CV (%) = 12.90

Promedio = 172.92

En el carácter peso de mazorca, a un nivel de significación de 5 % no se encontró diferencia significativa entre variedades [ $Pr > Fc = 0.2960$ ], el coeficiente de variación fue de 12.90

%, lo que indica un adecuado control de factores no considerados en el estudio. El promedio general del peso de mazorca fue de 172.92 g (tabla 3.9).

**Tabla 3.10.** Prueba de Tukey del peso de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	n	Promedio	Tukey 0.05
Compuesto B	3	186.0	a
INIA 615	3	180.0	a
Compuesto A	3	176.0	a
PMV 581	3	149.7	a

DSM = 36.06

Los promedios individuales de cada variedad se pueden observar en la tabla 3.10, las diferencias observadas se atribuyen a factores aleatorios y no al genotipo de las variedades, sin embargo, se encontró valores promedio de 149.7 a 186.0 para las variedades PMV 581 y Compuesto B respectivamente. En un programa de selección masal recurrente varios tesisistas encontraron valores de 126.58 a

142.55 g para la variedad Compuesto A en los ciclos de selección primero a sexto (Prado, 2019; Valenzuela, 2015; Quispe, 2019 y Quispe), valores que están por debajo respecto al presente estudio, esta situación se puede atribuir a efectos ambientales y al hecho de que el Compuesto B y Compuesto A fueron seleccionados un ciclo más.

**Rendimiento****Tabla 3.11.** Análisis de variancia del rendimiento de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Modelo	5	17678012	3535602	2.94	0.1111
Bloque	2	345257	172629	0.14	0.8693
Variedad	3	17332754	5777585	4.80	0.0491
Error	6	7223980	1203997		
Total	11	24901991			

CV (%) = 12.90

Promedio = 8507.77

En el carácter rendimiento, a un nivel de significación de 5 % se encontró diferencia significativa entre variedades [(Pr > Fc) = 0.0491], el coeficiente de variación fue de 12.90 %, lo

que indica un adecuado control de factores no considerados en el estudio. El promedio general del rendimiento fue de 8507.77 kg/ha (tabla 3.11).

**Tabla 3.12.** Prueba de Tukey del rendimiento de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variedad	n	Promedio	Tukey 0.05
INIA 615	3	9851.8	a
Compuesto A	3	9110.4	a b
Compuesto B	3	8459.9	a b
PMV 581	3	6608.9	b

DSM = 3101.4

Los promedios individuales de cada variedad se pueden observarse en la tabla 3.12, las diferencias observadas se atribuyen al genotipo de las variedades, en cuanto a su diferente prolificidad, se encontró valores promedio de 6608.9 a 9851.8 kg/ha para las variedades PMV 581 e INIA 615 respectivamente. En un programa de selección masal recurrente varios tesisistas encontraron valores de 8227.7 a 9265.6 kg/ha para la variedad Compuesto A en los ciclos de

selección primero a sexto (Prado, 2019; Valenzuela, 2015; Quispe, 2019 y Quispe, 2017), valores que están cercano a los mejores promedios del presente estudio, los mejores genotipos fueron INIA 615, Compuesto A y Compuesto B. Los mejores rendimientos a nivel nacional se dan en departamento de Lima, que llegó a un rendimiento de 6991 kg/ha en el año 2017 (MINAGRI, 2019)

**3.3. Correlación entre caracteres****Tabla 3.13.** Correlación entre caracteres de crecimiento de planta y productividad de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

	Altura de planta cm Y1	Altura de mazorca cm Y2	Longitud de mazorca cm Y3	Diámetro de mazorca cm Y4	Peso de mazorca g Y5	Rendimiento kg/ha Y6
Y1		0.650	0.341	0.548	0.528	0.138
Y2			-0.299	-0.050	-0.120	-0.251
Y3				0.784 **	0.851 **	0.598 *
Y4					0.983 **	0.800 **
Y5						0.776 **

El peso de mazorca esta correlacionado con alta significación estadística con la longitud de mazorca y el diámetro de mazorca, a su vez el rendimiento esta correlacionado significativamente con longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso de mazorca, se debe tener en cuenta que los

caracteres longitud de mazorca y diámetro de mazorca son visualmente apreciados en el momento de selección en campo y posteriormente la selección se realiza por peso de las mazorcas cosechadas, por lo que el hecho que estén altamente correlacionadas favorece al criterio de campo.

### 3.4. Componentes de variancia y heredabilidad

**Tabla 3.14.** Componentes de variancia y heredabilidad de caracteres de crecimiento de planta y productividad de mazorca de variedades de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Carácter		Variación genética	Variación ambiental	Variación fenotípica	Heredabilidad
		$\sigma_g^2$	$\sigma_E^2$	$\sigma_f^2$	$h^2$
Altura de planta	cm	56.19	58.25	114.44	0.49
Altura de mazorca	cm	63.92	15.94	79.85	0.80
Longitud de mazorca	cm	0.10	0.40	0.49	0.19
Diámetro de mazorca	cm	0.08	0.10	0.18	0.42
Peso de mazorca	g	91.22	165.92	257.14	0.35
Rendimiento	kg/ha	1524529.39	401332.19	1925861.58	0.79

Según Sarsfield (1984), la heredabilidad es baja en el carácter longitud de mazorca ( $h^2 = 0.19$ ), heredabilidad media en los caracteres altura de planta ( $h^2 = 0.49$ ), diámetro de mazorca ( $h^2 = 0.42$ ) y peso de mazorca ( $h^2 = 0.35$ ) y heredabilidad alta en los caracteres altura de mazorca ( $h^2 = 0.80$ ) y rendimiento ( $h^2 = 0.79$ ). Por lo que puede recomendarse seleccionar para

altura de mazorca y rendimiento. Con el método de selección masal estratificada varios tesisistas encontraron valores de heredabilidad altos, superiores a 0.5 en los caracteres evaluados en el presente estudio (Prado, 2019; Valenzuela, 2015; Quispe, 2019 y Quispe, 2017).

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dudley, J. W. and Moll R. H. (1969) Interpretation and Use of Estimates of Heritability and Genetics Variance in Plant Breeding. Crop Sci. 9.

Espinoza, J. (2016) Segundo ciclo de selección masal estratificada de un compuesto de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán a 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.

Espinoza, W. (2019) Cuarto ciclo de selección masal estratificada de un compuesto de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán a 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. Sin publicar.

Gardner, C. O. (1961) An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop Sci. 1:241–5.

Gómez, M. (2017) Tercer ciclo de selección masal estratificada de un compuesto de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.

Mamani, D. (2017) Segundo ciclo de mejoramiento

poblacional de un compuesto de maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego – Perú (MINAGRI). (2019) Series Históricas de Producción Agrícola – Compendio Estadístico. [www.minagri.gob.pe/portal/sistemas-de-informacion](http://www.minagri.gob.pe/portal/sistemas-de-informacion). 24-01-19

Poelhman, J. M. y Allen. (2003) Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. México.

Prado, J. (2019) Selección masal estratificada en maíz morado (*Zea mays* L.), en Canaán a 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. Sin publicar.

Quispe, S. (2017) Quinto ciclo de selección masal estratificada en maíz morado (*Zea mays* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.  
Quispe, Y. (2019) Selección masal estratificada en maíz morado (*Zea mays* L) fase III. Canaán 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. Sin publicar.

Salinas, R. (2014) Mejoramiento poblacional de un compuesto de maíz morado (*Zea mays L.*). Canaan 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.

Salisbury, F. y C. Ross. (2000) Fisiología de las plantas 3. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Editorial Paraninfo Thomson Learning. Madrid, España.

Stansfield, W. (1992) Genética. Tercera edición. Editorial MacGraw-Hill. México.

Steel, R. y J. Torrie. (1985) Bioestadística: Principios y procedimientos. Segunda edición. McGraw-Hill. México.

Valenzuela, Y. (2015) Selección masal estratificada en maíz morado (*Zea mays L.*) II etapa. Canaán 2735 msnm, Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.