

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“RENDIMIENTO DE GRANO Y CAPACIDAD DE EXPANSIÓN EN
256 LÍNEAS S1 SEGREGANTES DEL CRUCE DE MAÍZ MORADO
POR MAÍZ POP CORN”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

ERICK FREDDY ASENCIOS ROCA

LIMA - PERÚ

2023

RENDIMIENTO DE GRANO Y CAPACIDAD DE EXPANSIÓN EN 256 LÍNEAS S1 SEGREGANTES DEL CRUCE DE MAÍZ MORADO POR MAÍZ POP CORN

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	10%	2%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	pastebin.com Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Medac - Instituto del Deporte y la Salud Trabajo del estudiante	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“RENDIMIENTO DE GRANO Y CAPACIDAD DE EXPANSIÓN EN
256 LÍNEAS S1 SEGREGANTES DEL CRUCE DE MAÍZ MORADO
POR MAÍZ POP CORN”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

Presentado por:

ERICK FREDDY ASENCIOS ROCA

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

.....
Dr. Federico Alexis Dueñas Dávila
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Elías Hugo Huanuqueño Coca
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Ricardo Sevilla Panizo
MIEMBRO

.....
Dra. Ana Consuelo Aguilar Galvez
MIEMBRO

**LIMA - PERÚ
2023**

DEDICATORIA

A mis padres Yolanda y Fredy por su apoyo incondicional.

A mis tíos Edwin y Nilda por todo el apoyo que siempre me brindan.

A Julia y Thomas que me acompañan desde el cielo.

A Canela por todo su cariño y amor incondicional, por estar a mi lado en los momentos más complicados, por compartir tu vida a mi lado, por estar siempre a mi lado dándome fuerzas para nunca rendirme.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Ana Aguilar por su paciencia en la revisión del trabajo, por sus consejos y todas las correcciones.

A mi asesor Mg. Sc. Hugo Huanuqueño Coca, por todo la ayuda que me proporciono, por transmitirme sus conocimientos y por toda la paciencia que me tuvo.

Al Mg. Sc. Ricardo Sevilla por su colaboración en la corrección y por sus sugerencias para mejorar mi trabajo.

A Felandro Pozo por su apoyo en todas las labores que se realizaron en campo como en laboratorio.

A los trabajadores del programa de Maíz.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. MAÍZ MORADO	3
2.2. MAÍZ REVENTÓN (POPCORN)	4
2.3. LÍNEAS ENDOGÁMICAS	6
2.4. PÉRDIDA DE VIGOR EN LÍNEAS AUTOFECUNDADAS	6
2.4.1. Pérdida de la pigmentación Albinismo.....	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	8
3.2. INSUMOS Y EQUIPOS	8
3.3. MATERIAL GENÉTICO EXPERIMENTAL.....	9
3.4. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL	9
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	10
3.5.1. Modelo aditivo lineal.....	10
3.5.2. Análisis de variancia.....	11
3.6. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO	11
3.7. CARACTERÍSTICAS A EVALUAR.....	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1. CARACTERES AGRONÓMICOS	15
4.1.1. Días a la floración masculina.....	15
4.1.2. Altura de planta	25
4.1.3. Longitud de mazorca	35
4.1.4. Humedad de grano.....	44
4.2. CARACTERÍSTICAS DE VALOR AGRONÓMICO	56
4.2.1. Pigmentación del pericarpio	56
4.2.2. Rendimiento de grano.....	68
4.2.3. Dureza de roseta	77
4.2.4. Sabor de la roseta.....	79
4.2.5. Peso de 100 granos	81
4.2.6. Volumen de 100 granos.....	91
4.2.7. Volumen de 100 granos expandidos.....	101

4.2.8. Porcentaje de granos expandidos.....	112
4.2.9. Tamaño de grano expandido.....	121
V. CONCLUSIONES.....	131
VI. RECOMENDACIONES	132
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
VIII. ANEXOS	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de una parcela experimental	10
Tabla 2: Análisis de varianza del experimento.....	11
Tabla 3: Escala de color usado para evaluar color de semilla y de coronta	13
Tabla 4: Análisis de variancia para días de floración masculina.....	16
Tabla 5: Comparación de medias para días a floración masculina de 256 líneas de maíz morado reventón	16
Tabla 6: Análisis de variancia para altura de planta.....	26
Tabla 7: Comparación de medias para altura de planta de 256 líneas de maíz morado reventón	26
Tabla 8: Análisis de variancia para longitud de mazorca.....	35
Tabla 9: Comparación de medias para longitud de mazorca de 256 líneas de maíz morado reventón	36
Tabla 10: Análisis de varianza para humedad de grano	47
Tabla 11: Comparación de medias para humedad de grano de 256 líneas de maíz morado reventón	48
Tabla 12: Análisis de variancia para pigmentación del pericarpio.....	59
Tabla 13: Comparación de medias para pigmentación del pericarpio de 256 líneas de maíz morado reventón	60
Tabla 14: Análisis de varianza para rendimiento de grano	70
Tabla 15: Comparación de medias para rendimiento de grano de 256 líneas de maíz morado reventón	70
Tabla 16: Dureza de roseta	79
Tabla 17: Sabor de roseta	81
Tabla 18: Análisis de variancia para peso de 100 granos.....	82
Tabla 19: Comparación de medias para peso de 100 granos de 256 líneas de maíz morado reventón	83
Tabla 20: Análisis de variancia para volumen de 100 granos	92
Tabla 21: Comparación de medias para volumen de 100 granos de 256 líneas de maíz morado reventón	93
Tabla 22: Análisis de variancia para volumen de 100 granos expandidos.....	104

Tabla 23: Comparación de medias para volumen de 100 granos expandidos de 256 líneas de maíz morado reventón	104
Tabla 24: Análisis de variancia para porcentaje de granos expandidos	114
Tabla 25: Comparación de medias para porcentaje de granos expandidos de 256 líneas de maíz morado reventón	114
Tabla 26: Análisis de variancia para tamaño de grano expandido	123
Tabla 27: Comparación de medias para tamaño de grano expandido de 256 líneas de maíz morado reventón	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área del experimento	8
Figura 2: Material genético.....	9
Figura 3: Siembra y fertilización	12
Figura 4: Medición de la altura de planta	25
Figura 5: Secado de mazorcas al aire libre	47
Figura 6: Medidor de humedad	47
Figura 7: Pigmentación de pericarpio.....	59
Figura 8: Granos de maíz con pericarpio morado	59
Figura 9: Granos de maíz de diferente color de pericarpio	59
Figura 10: Dureza de rosetas en porcentaje.....	79
Figura 11: Sabor de rosetas en porcentaje	81
Figura 12: Volumen de expansión de granos expandidos	104
Figura 13: Porcentaje de granos sin explotar.....	114

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Correlaciones de caracteres de valor agronómico en un mapa de calor	141
Anexo 2: Correlaciones de las características de valor	141
Anexo 3: Días de floración en los 10 genotipos más tardíos.....	142
Anexo 4: Longitud de mazorca de los 10 genotipos superiores	142
Anexo 5: Altura de planta para los 10 genotipos superiores	143
Anexo 6: Genotipos con mayor contenido de humedad.....	143
Anexo 7: Genotipos con pigmentación morada del pericarpio	144
Anexo 8: Genotipos con mayor rendimiento de grano.....	144
Anexo 9: Genotipos con mayor peso de 100 granos	145
Anexo 10: Genotipos que presentan mayor volumen de 100 granos	145
Anexo 11: Genotipos que presentan mayor volumen de expansión en 100 granos	146
Anexo 12: Genotipos con el mayor porcentaje de granos expandidos.....	146
Anexo 13: Genotipos que presentan mayor tamaño de grano expandido	147
Anexo 14: Tabla de correlaciones entre las características de valor agronómico	147
Anexo 15: Líneas superiores para caracteres de valor	148
Anexo 16: Tabla resumen de caracteres agronómicos	149
Anexo 17: Tabla resumen de caracteres agronómicos de valor	149

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento de grano y la capacidad de expansión de 256 líneas S₁. Para lo cual se evaluaron 256 líneas S₁, segregantes de la cruce de dos poblaciones: una con alta frecuencia de pericarpio negro-grano no reventón por otra de pericarpio incoloro-grano reventón. El experimento fue desarrollado en los terrenos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para la instalación se empleó el Diseño Estadístico de Látice Simple 16x16 con dos repeticiones. Las variables estudiadas fueron: días a floración masculina, altura de planta, longitud de mazorca, rendimiento de grano, pigmentación del pericarpio, humedad del grano, peso de 100 granos, volumen de 100 granos, capacidad de expansión, porcentaje de granos expandidos, tamaño de grano expandido, dureza y sabor de las rosetas. El comportamiento de las 256 líneas S₁ fue muy variable para todas las características evaluadas. El rendimiento de grano varió de 655.01 a 7164.42 kg/ha, sin embargo, se encontraron 15 líneas que superaron las 4 t/ha, rendimiento similar al de los híbridos comerciales, así mismo, se identificaron dos genotipos con los rendimientos más altos, estos fueron las líneas: 206 y 98 con 6637.57 y 7164.42 kg/ha, respectivamente. La capacidad de expansión varió de 0.85 a 9.86 cc/g, de las 256 líneas S₁ evaluadas, se pudo identificar a una línea que tuvo un valor máximo de capacidad de expansión de 9.86 cc/g, sin embargo, este valor está muy por debajo al de los híbridos comerciales que pueden llegar 42.1 cc/g.

Palabras clave: maíz morado reventón, comportamiento de líneas S₁, rosetas, palomitas.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the grain yield and the expansion capacity of 256 S₁ lines. For which 256 S₁ lines were evaluated, segregating from the cross of two populations: one with a high frequency of black pericarp-non-popping grain and another of colorless pericarp-popping grain. The experiment was developed on the grounds of the Universidad Nacional Agraria La Molina, for the installation the Statistical Design of Simple Lattice 16x16 with two repetitions was used. The variables studied were: days to male flowering, plant height, ear length, grain yield, pericarp pigmentation, grain moisture, weight of 100 grains, volume of 100 grains, expansion capacity, percentage of expanded grains, size. of expanded grain, hardness and flavor of the rosettes. The behavior of the 256 S₁ lines was highly variable for all the characteristics evaluated. The grain yield varied from 655.01 to 7164.42 kg/ha, however, 15 lines were found that exceeded 4 t/ha, yield similar to that of the commercial hybrids, likewise, two genotypes with the highest yields were identified, these they were lines 206 and 98 with with 6637.57 and 7164.42 kg/ha, respectively. The expansion capacity varied from 0.85 to 9.86 cc/g, of the 256 S₁ lines evaluated, it was possible to identify a line that had a maximum value of expansion capacity of 9.86 cc/g, however, this value is well below to that of the commercial hybrids that can reach 42.1 cc/g.

Keywords: purple popcorn, behavior of S₁ lines, rosettes, popcorn.

I. INTRODUCCIÓN

En Perú el consumo del maíz popcorn está muy difundido es así que tenemos la necesidad de importarlo en el año 2020 fue de 47 251 000 kilogramos (SUNAT, 2021). También es conocido que en el Perú existen más de 50 razas de maíz y de ellas, por lo menos dos de las razas adaptadas a la sierra alta tienen la característica de ser reventadores (popcorn); sin embargo, todo el maíz popcorn que se consume en Perú se importa debido a que no hay oferta de semilla con un proceso de mejoramiento que presenten un buen rendimiento de grano, ya que los rendimientos de las variedades nativas sembrados en la sierra son muy bajos y no resulta rentable trasladar la producción hacia los mercados grandes como Lima.

Argentina, país de donde se importa el maíz popcorn, se posiciona como líder en producción y exportación de maíz popcorn en el mundo, junto con Brasil han generado híbridos cuyos rendimientos superan los 4 t/ha (Nazar *et al.*, 1994; Rossato Junior, 2013; Miranda *et al.*, 2008; Rangel, 2007). Sin embargo, para desarrollar híbridos en el Perú es indispensable formar líneas, evaluarlas y finalmente seleccionarlas en base al comportamiento *per se*, los últimos dos pasos serán llevados a cabo en esta investigación.

El maíz morado tiene una capacidad fitoquímica, que le confiere la facultad de neutralizar radicales libres, por lo que es catalogada como anticancerígeno, antimutagénico, minimiza el envejecimiento, además tiene un efecto fotoprotector (Guillén-Sánchez *et al.*, 2014; Seijas Bernabé, 2010; Seijas-Velásquez *et al.*, 2011). Flores (2008), Hagiwara (2001), Shindo *et al.* (2007) y Tsuda *et al.* (2003), estudiaron las antocianinas revelando su cualidad antioxidante la que confiere una defensa para enfermedades como hipertensión, diabetes y arteriosclerosis.

En Perú no hay registro de variedades mejoradas de maíz reventón. Esta investigación se centrará en la evaluación y selección de líneas S₁ y forma parte de un proyecto mayor que es la de formar híbridos simples de maíz popcorn morado. Sin embargo, para desarrollar

buenos híbridos, el paso previo es evaluar las líneas por el rendimiento de grano y la capacidad de expansión.

Respecto a lo narrado anteriormente, esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar el rendimiento de grano y la capacidad de expansión de 256 líneas S₁ en condiciones de La Molina.

Según lo descrito anteriormente, se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general:

1. Identificar líneas S₁ promisorias de maíz popcorn morado.

Objetivos específicos:

1. Evaluar el comportamiento de 256 líneas de maíz popcorn morado con 50% de homocigosis.
2. Determinar el rendimiento de grano de 256 líneas de maíz popcorn morado con 50% de homocigosis.
3. Evaluar la capacidad de expansión y la calidad de los granos reventados de 256 líneas de maíz popcorn morado con 50 % de homocigosis

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MAÍZ MORADO

Nuestro maíz morado tiene la peculiaridad de contener pigmentos de antocianina las cuales se ubican principalmente en el endospermo, pericarpio y coronta esta es la que posee la mayor proporción de antocianinas (Sevilla, 1993).

El pericarpio de todos los granos de una mazorca tiene el mismo color porque es de origen materno. El gen que controla el color del pericarpio tiene muchos alelos, los cuales, atribuyen una pigmentación del marlo: P-ww (marlo blanco/pericarpio transparente); P-wr (marlo rojo/pericarpio transparente); P-vr (marlo rojo / pericarpio variegado); P-rr (marlo rojo / pericarpio rojo). Además de los genes complementarios, al alelo r-ch muestran color morado intenso en condición r-ch/r-ch. Además, para que se exprese el color morado en el pericarpio y marlo tienen que estar presentes los genes Bz2, Bz1, B, Pl. Basados en estudios de complementación, Reddy y Coe en 1962, propusieron una secuencia de la síntesis de antocianina con los genes en el siguiente orden: C1, C2, R, A1, A2, Bz1, Bz2. Según Reddy (1989), cerca de 14 loci con varios alelos y varios genes modificadores e inhibidores dominantes se conocen que controlan la síntesis de la antocianina y pigmentos relacionados en maíz, casi todos los genes son dominantes, si alguno de ellos cambia por mutación o segregación, no se produce el color.

El dominante C1 bloquea la síntesis de antocianina mientras que el recesivo se comporta como un intensificador, y los genes bz1 y bz2 controlan la intensidad de la antocianina. La formación de cianidina-3-glicósido está precedido de diferentes compuestos cuya presencia se debe a los genes: a1 Pr que acumula quercetin o a1 pr responsable de kaempferol, a2 Pr responsable de leucocianidina o a2 pr, de leucopelargonidina, bz1 pr que acumula apigenidina y rr responsable de buteina y fixtina. Esto indica que cada gen va cambiando un compuesto responsable de un color por otro, hasta llegar al pigmento responsable del color morado de la aleurona del maíz.

El gen que se encarga de la síntesis de antocianinas es el C que comprende dos alelos, los cuales ajustan la transcripción de los genes con función estructural los cuales son *A1*, *A2*, *C2*, *Bz1* y *Bz2* mientras que *C1* y *R* son de naturaleza regulatoria (EspinosaTrujillo *et al.*, 2012). Se conoce que el locus *C* tiene dos alelos: *C-p*, que responde a la luz y *C-n* que no responde. Un comportamiento similar se muestra en el alelo *r*; en el alelo designado como *r-ch*: *Hopi* tanto la luz como la acumulación fueron activados como promotores de la acumulación del pigmento (Racchi & Gavazzi, 1989).

Se ha propuesto una secuencia de complementación respecto a la síntesis de antocianina en el siguiente orden: *C1*, *C2*, *R*, *A*, *A2*, *Bz*, *Bz2*. Además, hay genes intensificadores (*in*). Según Reddy (1989) explica que existen al menos 14 loci con diferentes alelos y varios genes modificadores e inhibidores, casi todos dominantes. Si alguno de ellos cambia por mutación o segregación, no se produce el color.

2.2. MAÍZ REVENTÓN (POPCORN)

Las palomitas de maíz son un snack apetecible que es altamente consumido, pertenecen a los maíces vítreos denominados palomeros, estos granos fueron consumidos por civilizaciones antiguas hasta la actualidad; estas semillas al ser expuestas temperaturas altas se da la explosión de los granos expandiendo su volumen generando las rosetas; los maíces popcorn para ser de calidad deben generar mayor volumen de expansión debido a esto pasan por un proceso de mejoramiento genético que garantice esta cualidad (Paliwal, 2001). Los granos de maíz popcorn superiores, que pasaron por proceso de selección en la característica de volumen de expansión son capaces de expandirse de 30-40 veces su volumen inicial (Rooney & Serna Saldívar, 1987).

Para que un grano de maíz popcorn logre el proceso de expansión adecuada es necesario suministrar una temperatura cercana a 177°C en el tostado (Watson, 1988). De manera que el agua contenida en la semilla se convierta a vapor generando una presión al interior del grano causando la ruptura del pericarpio, la humedad que posee el grano es fundamental para facilitar el proceso de reventado y expansión de volumen, es así que se debe almacenar en contenedores impermeables que no varíen la humedad de grano (Paliwal, 2001).

Los maíces popcorn presenta cualidades nutracéuticas para la alimentación humana, que comprende: azúcares (1 g), carbohidratos (42.27 g), fibra (10 g), proteínas (6.20 g); además presenta minerales como: calcio (10 mg), fósforo (170 mg), hierro (1.10 mg), magnesio (81 mg), sodio (4 mg), yodo (2 mg); asimismo contiene las siguientes vitaminas: vitamina A (20 µg), vitamina B1 (0.18 µg), vitamina B2 (0.11 µg), vitamina B3 (1.70 µg), vitamina B5 (0.30 µg), vitamina B6 (0.20 µg), vitamina B7 (4 µg), vitamina B9 (9 µg), vitamina E (11.03 mg), vitamina K (15.70 µg), vitamina C (trazas) se tomaron estos datos provenientes de 100g según (De Bernardi, 2018).

En el mejoramiento del maíz popcorn, no solo debemos tener en cuenta el rendimiento y caracteres agronómicos, sino también los aspectos relacionados con la calidad, como, por ejemplo, cuán suave es la roseta, sabor y textura. Los agricultores están interesados en los altos rendimientos y características que le confieran resistencia, mientras que a los consumidores les interesa un alto volumen de expansión (EC), texturas más suaves exquisitas para el paladar sin restos de pericarpios en las rosetas (Miranda *et al.* 2008).

El maíz de palomitas en comparación con el maíz común presenta, en general, semillas más duras, granos menores, mayor prolificidad y menor vigor. La capacidad de expansión (CE) es la principal peculiaridad del maíz palomita, la que presenta un endospermo vitreo la cual es debido a la expresión de ciertos genes y de las condiciones donde se desarrolla (Bengosi *et al.*, 2015).

El volumen de expansión del popcorn (PEV) en palomitas de maíz es un carácter hereditario distinto, se describe como la correlación del volumen después de la expansión en relación volumen inicial antes de la expansión. El PEV se hereda cuantitativamente y se identificaron cuatro loci que intervienen en esta característica (Babu *et al.*, 2006).

Sin embargo, Riveiro en el 2009 reveló que la capacidad de expansión podría regirse también a genes de forma aditiva o ser recesivo (Bengosi *et al.*, 2015).

2.3. LÍNEAS ENDOGÁMICAS

El concepto de línea pura fue desarrollado por Johansen precisa que es el resultado de la autopolinización de un individuo homocigota, de manera que estas semillas son completamente homocigóticas (Johannsen, 1903). Mientras que la expresión endogamia fue desarrollada por Shull y East mediante un proceso de endocría que consiste en fecundar una planta con su propio polen, observaron que a medida que se incrementaban los ciclos de autofecundaciones en cada unidad experimental notaron que las plantas pierden vigor y resultaban se más homogéneas (Poehlman, 1995). La formación de líneas endogámicas se realiza prioritariamente en programas de mejora genética vegetal, la cual consiste en seleccionar individuos heterocigóticos procedente de una libre polinización, para pasar por un proceso de endocría por un periodo mínimo de seis polinizaciones, se realizan más autofecundaciones a fin de asegurar la completa homocigosis (Poehlman, 1995).

2.4. PÉRDIDA DE VIGOR EN LÍNEAS AUTOFECUNDADAS

2.4.1. Pérdida de la pigmentación Albinismo

Es la ausencia de pigmentación en seres vivos ya sea animal o vegetal como el caso de hojas, flores, piel, plumas, etc.; presentan una diferencia respecto a su especie son más blancos (RAE, 2019).

Las plantas albinas se encuentran reguladas por caracteres morfológicos, genéticos moleculares, químicos, ambientales siendo crucial la temperatura y la luz. En la etapa inicial de su desarrollo posterior a la emergencia es crítica ya que se ven perjudicadas por la luz solar en las hojas tiernas generando daños irreparables lo que reduce su capacidad de supervivencia (Shin *et al.*, 2018). Para los organismos vegetales se resume en la insuficiencia de elaborar sus cloroplastos y carotenoides lo que conlleva a no realizar fotosíntesis causándole la muerte (Castellano Hernández, 2020).

2.5. HETEROSIS O VIGOR HÍBRIDO

Darwin (1876) es considerado el primer investigador que realiza estudios de la heterosis (vigor híbrido) y la depresión que causa la endocría. La heterosis ocurre cuando se da la máxima expresión de los genes, sucede cuando un individuo presenta gran cantidad de genes diferentes, siendo los mejores representantes los híbridos simples que logran una mayor

biomasa, mayor número de mazorcas, un incremento de hileras y filas de granos, mayor rendimiento; lo cual es posible seleccionando características de valor en los padres que tienen bases genéticas diversas (Shull, 1952; Wallace & Brown, 1956; Hayes, 1963).

Los científicos van casi un siglo tratando de comprender las bases genéticas sobre el vigor híbrido, pero no logran ponerse de acuerdo (Birchler, 2003; Crow, 1948; Duvick, 2001). Con la finalidad de esclarecer la heterosis los científicos propusieron hipótesis una de estas se basa en la dominancia argumentan que existe una acción simultánea de varios genes que pertenecen a otros loci de un alelo deseable la dominancia puede ser parcial o completamente dominante (Bruce 1910; Collins, 1921; Jones, 1917; Keeble & Pellew, 1910); otra hipótesis propone la existencia de una sobredominancia donde alelos homocigotas dominantes en un determinado locus son diferentes a los alelos dominantes del mismo locus que corresponde al otro padre, de manera que existe la posibilidad que al hibridarse puedan expresar los genes dominantes pudiendo generar superioridad para esa característica, eso dependerá de la interacción que exista entre estas (Birchler, 2003; Crow, 1948; Duvick, 2001); la otra hipótesis se basa en relaciones de epistasis que corresponden a genes no alélicos (Schnell & Cockerham, 1992; Richey, 1942); la última hipótesis se basa en la pseudo dominancia y sobredominancia la expresión sobresaliente con mayor vigor corresponde al híbrido simple puede deberse a una zona cromosómica que presenta más de un loci distinto, también puede ocurrir que los loci se encuentren ligados en la fase de repulsión; si un individuo híbrido presenta alelos superiores este posee mejores características debido a la complementación (Duvick, 2001; Birchler, 2003; Crow, 1948).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente experimento se realizó en La Molina (Universidad Nacional Agraria La Molina) de junio a diciembre del 2019.



Figura 1: Área del experimento

3.2. INSUMOS Y EQUIPOS

- Semillas pertenecientes a 256 familias S_1 de maíz popcorn morado
- Lápices
- Cordeles para la siembra
- 1100 costalillos
- 1100 bolsas Kraft N°14
- Fertilizante (N-P-K)
- Insecticidas para control de gusano de tierra y cogollero
- Clips y engrapador
- Cuaderno de campo
- Medidor de pigmento

- Contador de granos
- Balanzas
- Mochila para aplicación de pesticidas
- Plumones permanentes
- Microondas
- Probeta
- Fuentes
- Medidor de humedad
- Desgranadora

3.3. MATERIAL GENÉTICO EXPERIMENTAL

Nuestro material genético está constituido de 256 familias S_1 que corresponden a la primera generación de autofecundaciones realizadas en una población segregante derivada del cruce entre maíz morado -no reventón por maíz no morado-reventón.



Figura 2: Material genético

3.4. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

Representación de una parcela experimental es la siguiente:

Tabla 1: Características de una parcela experimental

Características de una parcela experimental:	
Distancia entre surco (cm)	= 80
Distancia entre golpe (cm)	= 35
Longitud de parcela o surco (m)	= 1.75
Nº de golpes/surco	= 6
Nº de surcos/parcela	= 1
Semillas por golpe	= 2
Plantas/golpe	= 2
Área de una parcela (m ²)	= 1.4

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el Diseño de Látice Simple 16x16 con 256 líneas S₁. Se utilizó este diseño porque agrupa a las familias en bloques más pequeños, que para este caso fue en número de 16, diseño que reduce el error experimental en comparación al Diseño de Bloques Completos al Azar.

3.5.1. Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal para el análisis de variancia es:

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + G_i + BI_{j(k)} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = observación correspondiente a la unidad experimental en la que se sembró el genotipo o línea i en el bloque incompleto j y repetición completa k .

μ = media general.

R_k = efecto de la repetición completa k .

G_i = efecto del genotipo o línea i .

ϵ_{ilk} = efecto aleatorio o error asociado a la observación Y_{ijk} .

Para:

$i = 1, 2, 3, \dots, 256$ líneas S₁ de maíz popcorn morado.

$j = 1, 2, 3, \dots, 16$ bloques incompletos por cada repetición completa.

$k = 1$ y 2 repeticiones completas.

3.5.2. Análisis de variancia

Se planteó el esquema de análisis de variancia como se presenta en el siguiente cuadro.

Análisis de varianza del experimento:

Tabla 2: Análisis de varianza del experimento

F. de variación	G.L
Repeticiones	$r-1$
Tratamientos (sin ajustar)	k^2-1
Bloque incompleto (ajustado)	$r(k-1)$
Error intra bloque incompleto	$(k-1)(rk-k-1)$
Total	rk^2-1

3.6. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó siguiendo estas actividades: siembra manual, colocando dos semillas por golpe, no se raleo y tampoco se realizó el aporque.

Se proporcionó fertilizantes en dos partes: al momento del sembrado se adiciono fertilizantes con P-K con la mitad del N; la otra fracción de N se suministró después de la séptima semana, la dosis N-P-K fue la misma que se usa en una variedad de maíz morado.

Se realizó de manera manual el desmalezado; el control fitosanitario se realizó según el requerimiento y la presión de las plagas.



Figura 3: Siembra y fertilización

3.7. CARACTERÍSTICAS A EVALUAR

Evaluaciones previas a la cosecha

- **Días a la floración masculina:** se anotó los días en que el 50% de las plantas emiten polen.
- **Altura de planta:** se midieron 8 plantas por cada parcela, se registra la medida del tallo desde el suelo hasta la base de la panoja.
- **Diámetro del tallo:** se midió el diámetro del tallo en el primer entrenudo.
- **Número de plantas:** se registró el número de plantas que lograron concluir el proceso productivo para cada parcela antes de cosecharlas.
- **Número de fallas:** el número de fallas por parcela estuvo relacionada al número de golpes fallados. Se consideraron 2 plantas/golpe (0 fallas), 1 planta/golpe (0.5 fallas) y 0 plantas/golpe (1 falla). Con el número de fallas totales encontradas por cada parcela se halló el factor de corrección (f), magnitud que multiplicado por el peso registrado en campo dio como resultado el peso corregido por fallas.

Evaluaciones post cosecha

- **Peso de mazorca en cosecha (PC):** se toman los pesos de las mazorcas cosechadas por parcela, correctamente identificadas, que representó el peso total por parcela.
- **Pigmentación del pericarpio (CP):** Posteriormente al secado de mazorcas, se registró por cada tratamiento el número de mazorcas de pericarpio morado, se expresa en porcentaje para realizar un análisis estadístico.

- **Longitud de mazorca (LM):** se utilizó un vernier con el que se registró las medidas del largo de 5 mazorcas de extremo a extremo.
- **Peso de grano (PG):** se desgranó las mazorcas correspondientes a cada parcela, después se registró el peso de los granos.

Tabla 3: Escala de color usado para evaluar color de semilla y de coronta

Valor de la escala	Color del pericarpio	Porcentaje (%)
1	Amarillo	0-20
2	Anaranjado	21-40
3	Anaranjado oscuro	41-60
4	Café	61-80
5	Negro	81-100

- **Peso de 100 granos (P100G):** se contó aleatoriamente 100 granos sanos y se registró su peso en gramos.
- **Volumen de 100 granos (V100G):** se midió el volumen de 100 granos sanos incorporados a la probeta y se registró en cc.
- **Humedad de grano (HG):** se tomaron muestras de granos con un peso aproximado de 300 g por cada una de las de los tratamientos, que son depositados en el medidor de humedad Wile 55, que nos genera una medición automática del porcentaje de humedad de las muestras de semillas.
- **Rendimiento de grano (RG):** se obtuvo el rendimiento correspondiente a un tratamiento en kilogramos de grano por hectárea, se calcula el rendimiento promedio de la parcela para ser multiplicado por el porcentaje de desgrane, se multiplica por la constante de 0.971 que representa el contorno. Se empleó la siguiente fórmula:

$$RG = PC * 0.971 * \%D * Fh * Ff * \frac{10,000}{A}$$

Dónde:

RG = Rendimiento de grano (kg/ha)

Pc = Peso total de mazorca cosechada en la parcela

0.971 = Factor de contorno

%D = Porcentaje de desgrane (peso de grano Pg /Pc * 100)

A = área de la parcela (m²)

Fh = Factor de corrección por humedad

$$Fh = \frac{100\% - \text{Humedad de cosecha}(H)}{100 - 14}$$

Ff = Factor de corrección por fallas

$$Ff = \frac{12 - 0.3 * F}{12 - F}$$

- **Volumen de expansión (VE):** se estimó para una muestra de 30 gramos de grano y se expresa en mililitros de palomita por gramo de grano (ml/g). Éste es el método más difundido, bajo el cual se obtuvo el volumen de expansión, se calculó dividiendo el volumen de granos que reventaron entre el peso de la muestra original.

$$\text{Volumen de expansión} = \frac{\text{Volumen de grano reventado (ml)}}{\text{Peso de la muestra original}}$$

$$\text{Tamaño de grano reventado} = \frac{\text{Volumen de granos reventados (ml)}}{\text{Número de granos reventados}}$$

Pordesimo *et al.* 1990 definieron un método para reportar el tamaño promedio de los granos reventados.

- **Calidad del popcorn (CPC):** se realizó el tostado de los granos sin adhesión de aceite, se empleó un horno de microondas Samsung de potencia de 1500 W, en un lapso de 3 minutos, además se puede adicionar más tiempo si la muestra lo requiera; las evaluaciones únicamente se realizarán en granos que se expandieron, se medirá parámetros de calidad sensorial como la dureza al masticarla y sabor. La resistencia cuenta con cuatro parámetros: 1= muy suave, 2= suave, 3= medio duro, 4= duro y 5= muy duro; para el sabor: 1= insípido, 2= sabroso, 3= muy sabroso.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERES AGRONÓMICOS

4.1.1. Días a la floración masculina

El análisis de varianza de la (tabla 4) señala que existen diferencias altamente significativas entre genotipos, de igual manera para las repeticiones. El coeficiente de variabilidad es de 3.8% según Pimentel (1985), en experimentos de campo los coeficientes de variación inferiores a 10% son bajos y son aceptables.

Se empleó el test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$ el cual se muestra en la tabla 5, la que evidencia diferencias estadísticas entre los genotipos o líneas S₁. Los genotipos más tardíos fueron 8, en ellos la floración masculina se dio a los 113.62 o más días después de la siembra y los más precoces son 106 cuya floración masculina se dio a los 102.17 días o menos. El promedio de floración masculina presenta una media de 104 días existiendo 168 genotipos que presentan valor menor al promedio, mientras que 88 genotipos registraron un valor superior al promedio.

El rango de días de floración de maíz reventón de las razas primitivas comprende alrededor de 116 días, las cuales van a incrementar al encontrarse a una mayor altitud, entre estos tenemos al confite morocho quien requiere de 115 días para su floración, la raza Kculli es más precoz y requiere de alrededor de 60 días previos a la floración masculina (Salhuana, 2004).

Los días de floración se encuentran regulados por factores abióticos como temperatura, radiación, altitud, déficit de agua, condiciones edafológicas, fotoperiodo; asimismo, los factores bióticos como ataque de insectos, hongos y virus pueden generar alteraciones en el ciclo normal (Paliwal, 2001).

Respecto a los días a la floración los genotipos que presentan mayor interés son los más precoces, que presentan buen rendimiento.

Tabla 4: Análisis de variancia para días de floración masculina

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	741.1	741.13	46.9649	6.85E-11	***
Genotipo	255	10442	40.95	2.5949	3.99E-13	***
Fila/Repetición	30	576.3	19.21	1.2173	0.21	
Residual	225	3550.6	15.78			
Promedio	103.51					
CV (%)	3.8					

Tabla 5: Comparación de medias para días a floración masculina de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipo	Días de floración	Grupos
8	120.81	a
27	119.18	ab
239	117.00	abc
73	115.94	abcd
123	115.64	abcd
26	115.46	abcde
17	115.11	abcdef
12	114.95	abcdefg
22	113.62	abcdefgh
79	111.59	bcdefghi
138	111.53	bcdefghi
24	110.62	cdefghij
60	110.43	cdefghijk
202	110.39	cdefghijk
13	110.38	cdefghijk
66	110.34	cdefghijk

50	110.07	cdefghijkl
151	110.01	cdefghijklm
20	110.00	cdefghijklm
9	109.88	cdefghijklmn
89	109.62	cdefghijklmno
195	109.51	cdefghijklmnop
37	109.32	cdefghijklmnopq
63	109.30	cdefghijklmnopq
93	109.16	cdefghijklmnopqr
64	109.12	cdefghijklmnopqr
112	108.93	defghijklmnopqrs
6	108.90	defghijklmnopqrst
99	108.88	defghijklmnopqrstu
32	108.86	defghijklmnopqrstuv
1	108.65	defghijklmnopqrstuvw
31	108.64	defghijklmnopqrstuvw
102	108.59	defghijklmnopqrstuvw
182	108.53	defghijklmnopqrstuvwxy
180	108.17	defghijklmnopqrstuvwxyz
88	108.04	defghijklmnopqrstuvwxyz
5	108.03	defghijklmnopqrstuvwxyz
120	107.64	efghijklmnopqrstuvwxyza
230	107.62	efghijklmnopqrstuvwxyza
133	107.36	fghijklmnopqrstuvwxyzaB
85	107.35	fghijklmnopqrstuvwxyzaB
199	107.35	fghijklmnopqrstuvwxyzaB
43	107.31	fghijklmnopqrstuvwxyzaB
237	107.30	fghijklmnopqrstuvwxyzaBC
92	107.28	fghijklmnopqrstuvwxyzaBC
224	107.27	fghijklmnopqrstuvwxyzaBC

115	107.26	fghijklmnopqrstuvwxyzABC
160	107.19	fghijklmnopqrstuvwxyzABCD
249	107.19	fghijklmnopqrstuvwxyzABCD
194	107.16	ghijklmnopqrstuvwxyzABCD
110	107.10	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDE
130	107.10	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDE
94	107.07	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDE
144	106.99	hijklmnopqrstuvwxyzABCDE
161	106.90	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
245	106.87	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
10	106.78	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
223	106.78	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
178	106.73	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFG
11	106.72	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFG
57	106.70	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFG
175	106.69	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFG
132	106.66	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFG
77	106.57	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGH
71	106.51	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGH
225	106.45	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGH
114	106.19	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHI
189	106.15	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
234	106.01	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
7	105.88	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKL
108	105.81	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
141	105.76	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
28	105.73	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
82	105.71	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
181	105.68	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
87	105.59	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN

177	105.59	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
81	105.58	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
156	105.57	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
146	105.57	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
226	105.46	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
65	105.40	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
220	105.38	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
90	105.37	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
84	105.22	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
139	105.22	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
107	105.19	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
205	105.13	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
46	104.95	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
240	104.95	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
253	104.69	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQ
23	104.55	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQR
155	104.47	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQR
38	104.47	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
162	104.43	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
204	104.28	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
68	104.27	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
121	104.20	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
165	104.19	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
192	104.19	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
104	104.18	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
119	104.18	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
35	104.16	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
113	104.16	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
216	104.15	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
83	104.115	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST

172	104.09	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
122	103.96	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTU
157	103.96	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTU
221	103.89	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
140	103.88	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
159	103.83	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
74	103.75	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
176	103.68	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
126	103.67	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
142	103.66	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
227	103.64	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
203	103.59	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
95	103.54	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
21	103.44	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
40	103.44	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
154	103.29	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
125	103.26	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
33	103.19	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
4	103.13	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUV
252	103.03	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVW
191	103.01	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVW
152	102.96	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVWX
117	102.96	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVWX
174	102.82	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVWX
256	102.82	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVWX
232	102.82	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVWX
255	102.79	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVWXY
34	102.76	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVWXY
171	102.65	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVWXY
36	102.60	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRSTUVWXY

42	102.60	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
67	102.56	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
188	102.56	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
210	102.54	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
39	102.53	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
190	102.50	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
48	102.38	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
41	102.38	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
97	102.28	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
135	102.25	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
72	102.23	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
173	102.23	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
169	102.22	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
197	102.20	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
47	102.17	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
147	102.14	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
2	102.13	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
129	102.07	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
193	102.07	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
238	102.01	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
150	101.87	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
15	101.85	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
187	101.80	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
209	101.69	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
206	101.64	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
211	101.55	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
241	101.54	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
158	101.36	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
214	101.29	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
215	101.14	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ

62	101.09	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
69	101.08	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
101	101.07	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
111	101.07	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
233	101.02	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
128	101.00	tvwxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
164	100.99	tvwxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
235	100.96	uvwxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
96	100.90	wxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
100	100.88	wxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
251	100.83	wxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
207	100.82	wxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
254	100.76	wxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
105	100.75	wxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
198	100.75	wxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
80	100.70	wxyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
131	100.67	xyzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
49	100.66	yzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
183	100.66	yzABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
54	100.63	zABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
19	100.60	zABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
3	100.56	zABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
166	100.55	zABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
55	100.54	zABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
218	100.54	zABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
208	100.53	zABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
45	100.51	zABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
51	100.51	zABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
118	100.04	ABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ
219	100.03	ABCDEFGHIJKLMN OP QRSTUVWXYZ

86	99.95	ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
184	99.76	ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
136	99.71	BCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
168	99.64	BCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
231	99.64	BCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
186	99.62	BCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
134	99.62	BCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
222	99.57	BCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
18	99.53	BCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
25	99.52	BCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
58	99.41	CDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
217	99.33	DEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
137	99.28	DEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
59	99.22	EFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
30	99.20	EFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
248	99.20	EFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
200	99.20	EFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
167	99.19	EFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
185	99.11	FGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
70	99.07	FGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
153	99.03	FGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
106	99.01	FGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
124	98.88	GHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
76	98.85	GHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
229	98.84	GHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
109	98.69	HIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
163	98.50	IJKLMN OPQRSTUVWXYZ
244	98.42	IJKLMN OPQRSTUVWXYZ
149	98.33	IJKLMN OPQRSTUVWXYZ
98	98.31	JJKLMN OPQRSTUVWXYZ

116	98.26	KLMNOPQRSTUVWXYZ
242	98.22	KLMNOPQRSTUVWXYZ
91	98.05	LMNOPQRSTUVWXYZ
53	97.94	MNOPQRSTUVWXYZ
29	97.80	NOPQRSTUVWXYZ
78	97.78	NOPQRSTUVWXYZ
52	97.73	NOPQRSTUVWXYZ
103	97.73	NOPQRSTUVWXYZ
127	97.64	OPQRSTUVWXYZ
143	97.63	OPQRSTUVWXYZ
145	97.54	OPQRSTUVWXYZ
14	97.44	PQRSTUVWXYZ
75	97.36	PQRSTUVWXYZ
228	97.35	PQRSTUVWXYZ
16	97.29	PQRSTUVWXYZ
179	96.82	QRSTUVWXYZ
246	96.82	QRSTUVWXYZ
212	96.73	RSTUVWXYZ
201	96.71	RSTUVWXYZ
196	96.52	STUVWXYZ
213	96.44	TUVWXYZ
243	96.43	TUVWXYZ
148	96.13	UVWXYZ
44	96.11	UVWXYZ
56	95.98	VWXYZ
170	95.97	VWXYZ
236	95.12	WXYZ
247	95.00	XYZ
61	94.87	YZ
250	94.64	Z

Misma letra en columna grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%

4.1.2. Altura de planta

El análisis de varianza correspondiente a la (tabla 6) muestra que existen diferencias altamente significativas entre genotipos y repeticiones. El coeficiente de variabilidad es de 11.1 %, un valor intermedio admisible (Calzada, 1982).

Según el test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$, el cual se muestra en la tabla 7, revela diferencias estadísticas entre los genotipos. Siendo el genotipo 239 con 2.20 m de altura de planta el que tuvo las plantas más altas, sin embargo, no superó a los 34 genotipos que le siguen en el orden descendente de la lista.

La media de los datos indica un valor de 1.63 m, existen 118 genotipos que presentan valores superiores a estos, en tanto que 138 genotipos registraron valores inferiores a esta.

Entre las razas antiguas de maíz popcorn las plantas tienen un promedio 1.12 m, siendo el confite morocho de mayor altura de 1.30 m, mientras que kculli presenta valores inferiores a 1 m (Salhuana, 2004).

Podemos observar que después del proceso de la primera autofecundación, las plantas con el 50 % de homocigosis no presentaron una alta depresión respecto a la altura, lo que indica que el material es capaz de soportar un proceso endocría para la formación de líneas puras.



Figura 4: Medición de la altura de planta

Tabla 6: Análisis de variancia para altura de planta

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	2.28	2.28	68.73	1.03E-14	***
Genotipo	255	20.23	0.079	2.39	2.67E-11	***
Fila/Repetición	30	1.46	0.049	1.47	0.06	
Residual	225	7.47	0.033			
Promedio	1.64					
CV (%)	11.1					

Tabla 7: Comparación de medias para altura de planta de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipo	Altura de planta (m)	Grupos
239	2.20	a
16	2.15	ab
154	2.07	abc
202	2.06	abc
104	2.02	abcd
84	2.01	abcde
42	2.00	abcdef
8	1.98	abcdefg
135	1.98	abcdefg
142	1.96	abcdefgh
72	1.95	abcdefgh
66	1.95	abcdefghi
216	1.95	abcdefghij
95	1.94	abcdefghijk
235	1.93	abcdefghijkl
137	1.91	abcdefghijklm
43	1.91	abcdefghijklm
188	1.91	abcdefghijklm
234	1.89	abcdefghijklmn

156	1.89	abcdefghijklmno
249	1.88	abcdefghijklmnop
152	1.88	abcdefghijklmnopq
133	1.87	abcdefghijklmnopqr
65	1.87	abcdefghijklmnopqrs
240	1.87	abcdefghijklmnopqrst
162	1.86	abcdefghijklmnopqrstu
31	1.86	abcdefghijklmnopqrstuv
155	1.86	abcdefghijklmnopqrstuv
138	1.85	abcdefghijklmnopqrstuvw
58	1.85	abcdefghijklmnopqrstuvwx
51	1.84	abcdefghijklmnopqrstuvwxy
3	1.84	abcdefghijklmnopqrstvwxyz
93	1.84	Abcdefghijklmnopqrstvwxyz
250	1.83	abcdefghijklmnopqrstvwxyzA
11	1.83	bcdefghijklmnopqrstvwxyzAB
132	1.83	bcdefghijklmnopqrstvwxyzAB
191	1.83	bcdefghijklmnopqrstvwxyzAB
252	1.82	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABC
150	1.82	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABC
106	1.82	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABC
164	1.81	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABC
101	1.80	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABCD
102	1.80	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABCD
55	1.80	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABCD
130	1.80	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABCD
233	1.79	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABCDE
168	1.78	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABCDEF
181	1.78	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABCDEF
255	1.77	bcdefghijklmnopqrstvwxyzABCDEFG

10	1.77	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGH
186	1.77	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHI
37	1.77	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
21	1.77	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
205	1.77	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
68	1.76	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
176	1.76	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
39	1.76	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKL
170	1.76	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
224	1.75	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
143	1.75	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
167	1.75	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
183	1.75	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
114	1.75	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
220	1.75	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
67	1.75	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
13	1.75	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
134	1.74	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
20	1.74	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
115	1.74	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQ
177	1.74	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQR
71	1.74	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQR
243	1.74	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQR
123	1.73	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
221	1.73	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
26	1.73	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
113	1.73	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
105	1.73	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
189	1.73	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
206	1.72	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU

223	1.72	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
244	1.71	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
98	1.71	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
254	1.71	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
208	1.71	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
163	1.71	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
107	1.71	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
149	1.71	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
253	1.71	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
79	1.71	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
158	1.70	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
29	1.68	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
161	1.68	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
145	1.68	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
12	1.68	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
178	1.68	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
126	1.68	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
165	1.68	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
157	1.68	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
90	1.67	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
218	1.67	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
182	1.67	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
146	1.67	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
169	1.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
116	1.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
35	1.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
110	1.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
192	1.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
47	1.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
213	1.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

74	1.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
60	1.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
228	1.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
172	1.66	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
52	1.65	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
5	1.65	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
245	1.65	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
70	1.65	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
119	1.64	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
91	1.64	fghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1
17	1.64	fghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1
209	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1
204	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1
108	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1
180	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
69	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
59	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
103	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
139	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
99	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
229	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
81	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
2	1.63	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
148	1.62	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
214	1.62	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
166	1.62	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
125	1.62	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
200	1.61	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123
184	1.61	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
88	1.61	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234

118	1.61	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
179	1.61	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
217	1.61	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
49	1.60	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
238	1.60	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
242	1.60	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
32	1.60	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
210	1.60	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
28	1.60	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
211	1.60	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
175	1.59	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
63	1.59	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
121	1.59	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
86	1.59	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
173	1.59	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
248	1.59	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
227	1.59	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
131	1.59	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
212	1.59	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
100	1.58	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
127	1.58	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
147	1.58	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
77	1.58	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
56	1.58	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
136	1.58	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
151	1.58	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
207	1.58	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
83	1.57	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
15	1.57	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
85	1.57	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234

7	1.57	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
190	1.57	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
97	1.57	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
201	1.57	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
171	1.56	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
82	1.56	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
144	1.56	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
246	1.56	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
50	1.56	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
219	1.56	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
225	1.55	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
57	1.55	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
76	1.55	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
251	1.55	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
185	1.55	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
129	1.54	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
159	1.54	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
4	1.53	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
23	1.53	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
117	1.53	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
96	1.53	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
80	1.53	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
226	1.53	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
120	1.53	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
193	1.52	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
140	1.52	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
61	1.52	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
194	1.51	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
75	1.51	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
215	1.51	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456

222	1.50	tuvwxyzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
36	1.50	uvwxyzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
33	1.49	vxyzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
111	1.49	wxyzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
94	1.48	xyzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
54	1.48	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
232	1.48	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
241	1.47	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
174	1.47	zABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
64	1.47	ABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
89	1.47	ABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
187	1.46	BCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
27	1.45	CDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
230	1.44	DEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345678
6	1.43	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345678
256	1.43	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789
195	1.42	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
160	1.42	FGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
38	1.42	FGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+-
198	1.41	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
9	1.41	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
24	1.40	HJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
197	1.40	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
122	1.40	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
48	1.40	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
34	1.39	KMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
236	1.39	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
247	1.39	MNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
53	1.39	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
237	1.38	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*

87	1.38	OPQRSTUVWXYZ123456789.+-*
109	1.37	PRSTUVWXYZ123456789.+-*
78	1.37	QRSTUVWXYZ123456789.+-*
45	1.36	STUVWXYZ123456789.+-*
203	1.36	TUVWXYZ123456789.+-*
19	1.35	UVWXYZ123456789.+-*
46	1.34	VWXYZ123456789.+-*
44	1.34	WXYZ123456789.+-*
14	1.32	XYZ123456789.+-*
40	1.31	YZ123456789.+-*
141	1.31	YZ123456789.+-*
112	1.31	YZ123456789.+-*
92	1.30	Z123456789.+-*
25	1.27	123456789.+-*
231	1.26	23456789.+-*
73	1.25	3456789.+-*
199	1.24	456789.+-*
196	1.24	456789.+-*
128	1.20	56789.+-*
1	1.14	6789.+-*
41	1.11	789.+-*
124	1.08	89.+-*
153	1.06	9.+-*
62	1.06	.+-*
18	1.05	+*
30	1.04	-*
22	1.04	*

Misma letra en columna grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%.

4.1.3. Longitud de mazorca

Concorde al análisis de varianza de la (tabla 8) evidencia que existen diferencias altamente significativas entre genotipos. El coeficiente de variabilidad es de 11 %, en experimentos de campo los coeficientes de variación superiores a 10% son intermedios y son aceptables (Calzada, 1982).

Usando el test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$ el cual se muestra en la tabla 9 nos señala las diferencias estadísticas entre los genotipos. Numéricamente, el genotipo 49 resultó ser superior con 12.61 cm, sin embargo, no superó estadísticamente a los 30 genotipos que le siguen en el orden de mérito. La media de los datos indica un valor de 9.36 cm, existen 120 genotipos que presentan valores superiores a estos, en cambio, 136 genotipos registraron valores inferiores.

El rango del tamaño de mazorca obtenido se encuentra entre 12.55 y 6.35 cm. Según Salhuana (2004) reporta que la longitud de las mazorcas de razas antiguas se encuentra en un rango de 6.7 a 9.2 cm que comprende a la raza kculli, de igual manera a las razas de confites (puntiagudos, morocho, puneño).

Tabla 8: Análisis de variancia para longitud de mazorca

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	2.94	2.94	2.76	0.10	
Genotipo	255	478.21	1.88	1.76	8.09E-06	***
Fila/Repetición	30	35.59	1.19	1.11	0.32	
Residual	225	239.68	1.07			
Promedio	9.36					
CV (%)	11					

Tabla 9: Comparación de medias para longitud de mazorca de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipo	Longitud de mazorca (cm)	Grupos
49	12.61	a
155	12.41	ab
252	11.75	abc
106	11.71	abcd
98	11.67	abcde
45	11.62	abcdef
115	11.58	abcdefg
55	11.57	abcdefg
40	11.53	abcdefgh
19	11.51	abcdefghi
122	11.33	abcdefghij
90	11.22	abcdefghijk
104	11.14	abcdefghijkl
220	11.06	abcdefghijklm
80	11.05	abcdefghijklm
164	11.01	abcdefghijklmn
151	11.01	abcdefghijklmno
105	10.96	abcdefghijklmnop
249	10.81	abcdefghijklmnopq
5	10.81	abcdefghijklmnopq
42	10.79	abcdefghijklmnopqr
72	10.75	abcdefghijklmnopqrs
152	10.73	abcdefghijklmnopqrs
107	10.72	abcdefghijklmnopqrst
171	10.71	abcdefghijklmnopqrstu
125	10.70	abcdefghijklmnopqrstu
121	10.63	abcdefghijklmnopqrstuv

150	10.62	abcdefghijklmnopqrstuvw
50	10.58	abcdefghijklmnopqrstuvwx
149	10.58	abcdefghijklmnopqrstuvwx
214	10.54	abcdefghijklmnopqrstuvwx
256	10.52	abcdefghijklmnopqrstuvwxy
117	10.51	abcdefghijklmnopqrstuvwxy
31	10.50	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
88	10.34	cdefghijklmnopqrstuvwxyA
52	10.31	cdefghijklmnopqrstuvwxyAB
20	10.30	cdefghijklmnopqrstuvwxyAB
18	10.28	cdefghijklmnopqrstuvwxyAB
13	10.28	cdefghijklmnopqrstuvwxyAB
66	10.25	cdefghijklmnopqrstuvwxyABC
142	10.25	cdefghijklmnopqrstuvwxyABC
138	10.20	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCD
129	10.14	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDE
91	10.13	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEF
191	10.09	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFG
119	10.09	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFG
172	10.07	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFG
216	10.06	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFGH
6	10.05	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFGH
9	10.04	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFGHI
11	10.04	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFGHI
92	10.04	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFGHI
143	10.03	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFGHI
233	10.03	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFGHI
218	10.02	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFGHI
154	10.00	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFGHI
126	9.98	cdefghijklmnopqrstuvwxyABCDEFGHI

95	9.98	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHI
93	9.97	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHI
144	9.96	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
177	9.96	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
22	9.95	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
21	9.95	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
102	9.94	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
176	9.94	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
235	9.93	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
201	9.93	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
221	9.92	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
37	9.87	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKL
246	9.86	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
153	9.85	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
137	9.85	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
84	9.83	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
73	9.79	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
190	9.78	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
35	9.77	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
174	9.77	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
99	9.76	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
34	9.75	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
28	9.73	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
41	9.73	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
83	9.72	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
192	9.71	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
165	9.70	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
118	9.70	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
203	9.69	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
202	9.65	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN

75	9.64	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
156	9.64	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
10	9.63	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
62	9.62	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
87	9.62	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
16	9.60	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
132	9.60	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
81	9.60	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
135	9.60	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
86	9.58	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
242	9.58	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
240	9.57	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
120	9.56	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
158	9.54	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
101	9.54	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
110	9.52	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
131	9.52	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
15	9.49	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
139	9.49	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
51	9.47	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
29	9.45	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
53	9.45	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
206	9.44	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
47	9.43	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
56	9.43	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
250	9.40	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
227	9.40	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
239	9.38	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
1	9.37	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
76	9.36	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP

79	9.36	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
170	9.36	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
26	9.36	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
146	9.36	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
188	9.35	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
114	9.34	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
180	9.32	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
103	9.31	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
64	9.31	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
100	9.31	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
17	9.30	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
68	9.29	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
3	9.29	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
236	9.28	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
232	9.28	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
243	9.28	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
238	9.25	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
133	9.24	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
198	9.24	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
70	9.24	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
205	9.23	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
67	9.23	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
212	9.21	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
187	9.19	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
193	9.19	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
223	9.19	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
189	9.18	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
130	9.17	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
63	9.16	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
209	9.16	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO

178	9.15	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
168	9.14	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
57	9.14	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
123	9.12	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
89	9.11	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
32	9.11	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
241	9.10	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
58	9.08	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
185	9.08	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
244	9.07	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
12	9.07	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
217	9.07	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
229	9.02	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
245	9.02	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
184	8.99	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
39	8.98	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
136	8.98	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
254	8.96	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
38	8.96	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
14	8.95	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
215	8.95	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
159	8.95	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
27	8.94	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
7	8.93	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
147	8.93	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
175	8.93	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
74	8.93	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
225	8.92	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
197	8.92	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
160	8.92	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ

148	8.91	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
23	8.89	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
145	8.87	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
210	8.84	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
61	8.84	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
78	8.84	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
169	8.81	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
179	8.80	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
33	8.79	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
134	8.76	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
113	8.76	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
196	8.75	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
228	8.74	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
181	8.74	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
94	8.74	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
219	8.74	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
234	8.69	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
25	8.68	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
224	8.66	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
82	8.60	vxyzABCDEFGHIJKLMNO
96	8.60	vxyzABCDEFGHIJKLMNO
173	8.60	vxyzABCDEFGHIJKLMNO
36	8.60	vxyzABCDEFGHIJKLMNO
183	8.60	vxyzABCDEFGHIJKLMNO
166	8.58	wxyzABCDEFGHIJKLMNO
251	8.58	wxyzABCDEFGHIJKLMNO
44	8.58	wxyzABCDEFGHIJKLMNO
200	8.58	wxyzABCDEFGHIJKLMNO
46	8.57	xyzABCDEFGHIJKLMNO
230	8.55	xyzABCDEFGHIJKLMNO

127	8.55	xyzABCDEFGHJKLMNOPQRS
208	8.55	xyzABCDEFGHJKLMNOPQRS
222	8.54	xyzABCDEFGHJKLMNOPQRS
253	8.49	yzABCDEFGHJKLMNOPQRS
54	8.48	yzABCDEFGHJKLMNOPQRS
60	8.46	zABCDEFGHJKLMNOPQRS
195	8.46	zABCDEFGHJKLMNOPQRS
162	8.45	zABCDEFGHJKLMNOPQRS
186	8.43	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
213	8.43	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
182	8.42	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
141	8.41	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
248	8.40	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
59	8.38	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
124	8.37	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
167	8.37	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
161	8.35	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
140	8.34	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
71	8.30	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
157	8.30	ABCDEFGHJKLMNOPQRST
163	8.28	BCDEFGHJKLMNOPQRST
8	8.27	BCDEFGHJKLMNOPQRST
116	8.26	BCDEFGHJKLMNOPQRST
207	8.26	BCDEFGHJKLMNOPQRST
4	8.21	CDEFGHJKLMNOPQRST
69	8.17	DEFGHJKLMNOPQRST
211	8.15	DEFGHJKLMNOPQRST
204	8.12	EFGHJKLMNOPQRST
128	8.12	EFGHJKLMNOPQRST
30	8.10	FGHJKLMNOPQRST

199	8.06	GHIJKLMNOPQRST
247	8.05	GHIJKLMNOPQRST
255	8.02	HIJKLMNOPQRST
194	8.02	HIJKLMNOPQRST
65	8.00	IJKLMNOPQRST
43	7.92	JKLMNOPQRST
109	7.89	KLMNOPQRST
226	7.87	LMNOPQRST
97	7.84	LMNOPQRST
2	7.83	LMNOPQRST
108	7.82	MNOPQRST
112	7.69	NOPQRST
237	7.57	OPQRST
48	7.56	OPQRST
24	7.53	PQRST
85	7.26	QRST
111	6.86	RST
231	6.81	ST
77	6.40	T

Misma letra en columna grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%.

4.1.4. Humedad de grano

Respecto al análisis de varianza de la (tabla 10) existen diferencias estadísticas altamente significativas entre genotipos. El coeficiente de variabilidad es de 5.7 %, en experimentos de campo es aceptable, ya que valores inferiores a 10 %, nos indica que el experimento fue conducido de forma apropiada (Calzada, 1982).

Usando el test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$ el cual se muestra en la tabla 11, evidencia diferencias estadísticas entre los genotipos. El genotipo 109 con 14.6 % de humedad en el grano superó numéricamente al resto, pero estadísticamente fue similar a los 42 genotipos que le siguen en el orden de mérito.

En popcorn el contenido de humedad de los granos tiene un rol fundamental, ya que de esta depende el proceso de expansión del grano, si la humedad no es lo suficiente no ejercerá la presión necesaria para producir la expansión, además si está en valores altos reduce el grado de expansión, dejando un mayor número de granos sin explotar (Van der Sman & Bows, 2017).

El contenido de humedad del grano es fundamental para la constitución de la roseta de popcorn, ya que de esta depende la fusión de los gránulos de almidón y la gelatinización en el transcurso de la explosión del grano (Sweley *et al.*, 2014).

El contenido de humedad es un factor crítico, ya que afecta directamente la presión que se ejercerá en el interior de los granos al ser calentados, por lo que una baja humedad no permitirá alcanzar una presión de vapor necesaria para la expansión, y un alto porcentaje de humedad reduce la rigidez del pericarpio, disminuyendo la tasa de expansión.

Para obtener mejores resultados en cuanto a la expansión de granos, para conseguir una mayor expansión de granos se recomienda que los granos presenten una humedad entre 12 y 13 %, los granos que no llegan a reventar tienen una media de 15 % de humedad (De la Olán *et al.*, 2018; Villanueva Flores, 2008). Según Gokmen (2004) reporta que la mayor capacidad de expansión de grano se da con una humedad de 14 %, generando un volumen de expansión de 42.1 cc/g.

Al realizar el reventado de los granos sin aceite produce una disminución del tiempo de expansión de los granos a medida que aumenta su contenido de humedad; así mismo se reportó la máxima capacidad de expansión sin a una humedad de 11.39%, mientras que los tratamientos con mayor humedad 16% presentaron un mayor tiempo respecto a la expansión; granos con un alto contenido de humedad disminuyen la rigidez del pericarpio la que

reducirá la presión interna al momento del estallido lo que conlleva a la reducción de la tasa de expansión de granos (Corrêa Cañizares *et al.*, 2020).

Estas diferencias de valores respecto al contenido de humedad relacionado con la capacidad de expansión pueden deberse a los genotipos, grosor del pericarpio, composición del

endospermo, además de la constitución del almidón que presentan los granos de las líneas evaluadas; de manera que se debería realizar un estudio a diferentes humedades de las mejores líneas para conocer cuál es la óptima en maíz popcorn morado.

Esta variable está altamente relacionada con la humedad del ambiente donde se registraron las evaluaciones, los granos son capaces de absorber la humedad hasta estar en equilibrio con el medio esto es debido a que el endospermo harinoso es capaz de almacenarla en su interior (Sawazaki, 2008).

Durante el procedimiento de cocción de los granos de maíz popcorn inicialmente presentan una humedad relativa entre 10-15 % los cuales se verán reducidos después del proceso de explosión del grano que los reducen a un 2% empleando el horno microondas (García-Pinilla *et al.*, 2019).

Para facilitar el trabajo en laboratorio y el traslado se recomienda mantener los granos a una humedad relativa de 14%, así mismo está prolonga el tiempo de conservación durante su almacenamiento (De La O-Olán *et al.*, 2018).

Las semillas cosechadas pasaron por un proceso de secado al ambiente, de manera que todas las muestras no presentan el mismo grado de humedad, es recomendable utilizar un equipo para poder estandarizar una humedad constante a todas las muestras; este procedimiento es fundamental, dado que presentan los niveles altos de humedad provocan ataques de hongos, germinación de granos; un óptimo proceso de desecación evita la pérdida de granos, optimiza el proceso de expansión de granos además un mayor tiempo de conservación.

Cada genotipo de maíz popcorn debería ser analizado bajo diferentes humedades para poder conocer la respuesta bajo ciertos niveles para conocer la relación que pueda tener con los otros caracteres de valor.



Figura 5: Secado de mazorcas al aire libre



Figura 6: Medidor de humedad

Tabla 10: Análisis de varianza para humedad de grano

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	1.29	1.29	2.49	0.12	
Genotipo	255	201.43	0.79	1.53	0.0005	***
Fila/Repetición	30	11.11	0.37	0.72	0.86	
Residual	225	115.93	0.52			
Promedio	12.60					
CV (%)	5.7					

Tabla 11: Comparación de medias para humedad de grano de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipo	Humedad de grano (%)	Grupos
109	14.63	a
108	14.43	ab
182	14.34	abc
218	14.00	abcd
47	13.90	abcde
31	13.88	abcdef
32	13.81	abcdefg
235	13.76	abcdefgh
2	13.75	abcdefghi
200	13.74	abcdefghij
201	13.60	abcdefghijk
48	13.59	abcdefghijkl
43	13.58	abcdefghijklm
79	13.56	abcdefghijklmn
61	13.56	abcdefghijklmn
174	13.54	abcdefghijklmno
110	13.54	abcdefghijklmnop
49	13.53	abcdefghijklmnopq
101	13.47	abcdefghijklmnopqr
58	13.47	abcdefghijklmnopqrs
12	13.45	abcdefghijklmnopqrst
217	13.40	abcdefghijklmnopqrstu
96	13.34	abcdefghijklmnopqrstuv
117	13.34	abcdefghijklmnopqrstuv
80	13.33	abcdefghijklmnopqrstuv
19	13.33	abcdefghijklmnopqrstuv
51	13.32	abcdefghijklmnopqrstuv

179	13.32	abcdefghijklmnopqrstuv
3	13.32	abcdefghijklmnopqrstuv
134	13.31	abcdefghijklmnopqrstuv
91	13.31	abcdefghijklmnopqrstuv
63	13.31	abcdefghijklmnopqrstuv
84	13.30	abcdefghijklmnopqrstuv
14	13.28	abcdefghijklmnopqrstuvw
93	13.28	abcdefghijklmnopqrstuvw
128	13.27	abcdefghijklmnopqrstuvw
132	13.26	abcdefghijklmnopqrstuvw
229	13.26	abcdefghijklmnopqrstuvw
76	13.26	abcdefghijklmnopqrstuvw
180	13.26	abcdefghijklmnopqrstuvw
193	13.25	abcdefghijklmnopqrstuvw
199	13.23	abcdefghijklmnopqrstuvwxy
191	13.23	bcdefghijklmnopqrstuvwxyz
185	13.20	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzA
166	13.20	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzA
165	13.19	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzA
102	13.19	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzA
136	13.19	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzA
167	13.18	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzA
145	13.17	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzA
25	13.15	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzAB
148	13.15	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzAB
131	13.14	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzAB
52	13.11	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzAB
202	13.11	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzABC
197	13.08	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzABC
116	13.08	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzABC

20	13.07	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCD
194	13.05	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCD
181	13.04	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDE
146	13.04	bcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
210	13.02	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
111	13.02	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
104	13.02	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
168	13.01	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
137	13.01	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
86	13.00	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
208	12.99	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
87	12.98	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
126	12.98	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
130	12.97	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
155	12.96	cdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
81	12.95	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
53	12.94	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
219	12.93	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
253	12.93	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
15	12.93	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
141	12.93	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
75	12.92	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
88	12.92	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
118	12.92	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
144	12.91	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
39	12.90	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
139	12.90	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
65	12.89	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
237	12.88	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEF
92	12.84	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK

34	12.84	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
220	12.83	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
60	12.82	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
224	12.82	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
124	12.81	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
89	12.78	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
36	12.78	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
204	12.78	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
71	12.77	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
252	12.77	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
152	12.76	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
205	12.76	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
98	12.75	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
28	12.75	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
16	12.74	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
64	12.74	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKL
157	12.74	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKL
170	12.73	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKL
251	12.70	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
10	12.70	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
222	12.69	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
195	12.68	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
228	12.68	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
13	12.67	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
154	12.66	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
21	12.65	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
35	12.65	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
57	12.65	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
196	12.65	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
142	12.64	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM

223	12.64	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
241	12.64	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
5	12.63	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
127	12.62	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
213	12.61	defghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
173	12.61	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
30	12.60	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
187	12.60	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
150	12.60	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
50	12.58	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
249	12.58	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
231	12.58	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
177	12.57	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
105	12.57	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
115	12.56	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
122	12.55	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
29	12.55	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
90	12.55	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
56	12.54	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
4	12.54	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
26	12.54	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
85	12.53	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
255	12.53	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
68	12.52	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
54	12.52	efghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
198	12.51	fghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
123	12.50	fghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
206	12.50	fghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
100	12.50	fghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
140	12.49	fghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN

33	12.49	fghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
78	12.49	fghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
83	12.48	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
172	12.48	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
135	12.48	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
121	12.48	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
164	12.45	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
171	12.45	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
143	12.43	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
162	12.43	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
45	12.43	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
82	12.43	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
151	12.43	ghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
42	12.40	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
73	12.40	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
163	12.40	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
37	12.39	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
234	12.39	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
8	12.37	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
114	12.37	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
107	12.36	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
77	12.36	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
120	12.35	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
159	12.35	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
256	12.34	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
62	12.34	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
9	12.33	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
27	12.33	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
216	12.32	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
44	12.31	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP

149	12.30	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
133	12.30	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
55	12.30	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
209	12.29	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
175	12.29	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
97	12.29	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
17	12.28	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
103	12.27	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
38	12.27	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
7	12.26	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
1	12.26	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
248	12.25	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
236	12.22	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
23	12.22	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
184	12.21	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
6	12.20	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
24	12.20	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
226	12.19	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
113	12.19	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
188	12.19	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
225	12.19	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
161	12.18	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
183	12.16	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
176	12.15	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
178	12.15	prstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
18	12.13	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
74	12.11	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
232	12.10	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
254	12.10	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP
156	12.10	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQP

230	12.09	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
119	12.09	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
95	12.08	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
245	12.06	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
214	12.05	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
94	12.05	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
158	12.05	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
233	12.05	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
212	12.00	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
238	12.00	vwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
186	11.99	vwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
69	11.97	vwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
189	11.97	vwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
70	11.97	vwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
190	11.96	vwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
72	11.96	vwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
192	11.95	vwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
129	11.95	vwxyzABCDEFGHIJKLMNO PQ
227	11.91	wxyzABCDEFGHIJKLMNO PQR
203	11.86	xyzABCDEFGHIJKLMNO PQR
246	11.85	yzABCDEFGHIJKLMNO PQR
67	11.84	zABCDEFGHIJKLMNO PQR
22	11.84	zABCDEFGHIJKLMNO PQR
160	11.82	ABCDEFGHIJKLMNO PQR
125	11.81	ABCDEFGHIJKLMNO PQR
46	11.81	ABCDEFGHIJKLMNO PQR
138	11.78	BCDEFGHIJKLMNO PQR
153	11.73	CDEFGHIJKLMNO PQR
215	11.72	CDEFGHIJKLMNO PQR
106	11.68	DEFGHIJKLMNO PQR

211	11.64	EFGHIJKLMNOPQR
40	11.64	FGHIJKLMNOPQR
66	11.63	GHIJKLMNOPQR
169	11.63	GHIJKLMNOPQR
147	11.57	HIJKLMNOPQR
239	11.57	IJKLMNOPQR
247	11.56	JJKLMNOPQR
244	11.49	KLMNOPQR
221	11.47	KLMNOPQR
11	11.45	KLMNOPQR
59	11.35	LMNOPQR
207	11.33	MNOPQR
250	11.33	MNOPQR
242	11.32	MNOPQR
112	11.23	NOPQR
240	11.06	OPQR
99	10.92	PQR
243	10.86	QR
41	10.54	R

Misma letra en columna grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE VALOR AGRONÓMICO

4.2.1. Pigmentación del pericarpio

Según el análisis de varianza de la (tabla 12) sugiere que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos o líneas S₁. El coeficiente de variabilidad es de 5% el cual presenta un valor bajo y es aceptable (Pimentel, 1985).

Se usó el test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$, el cual se muestra en la tabla 13, prueba que no detectó diferencias estadísticas entre los primeros 51 genotipos los cuales son estadísticamente similares.

Los genotipos con mayor proporción de pericarpio con la pigmentación morada están representados por las accesiones de los genotipos 247, 230, 169, 16, 4,137,69,234, 229, 17 que representan valores de 100-99%.

El promedio registrado es de 67.97 y revela que 112 genotipos registraron valores superiores a la media, así mismo 144 genotipos obtuvieron un valor por debajo de la media.

El pericarpio tiene la tarea de conferir protección al endospermo y germen, además tiene una utilidad en el proceso de explosión de los granos para la formación de rosetas de popcorn, se comporta como un recipiente a forma de olla a presión facilitando que el grano llegue a la presión interna necesaria para reventar, cabe resaltar que los granos de popcorn presentan un mayor espesor de pericarpio en relación a otros tipos de maíz (Sweley *et al.*, 2014).

El hábito de consumir maíz es beneficioso para la salud humana, se ve favorecida por la presencia de ciertos compuestos bioactivos como los metabolitos secundarios tales como los carotenoides, tocoles, proantocianidinas y antocianinas; las dos últimas pertenece al grupo de los flavonoides que tienen solubilidad en agua como la aleurona en maíces azules y el pericarpio en maíces morados (Mendoza-Mendoza *et al.*, 2017; Paraginski *et al.*, 2016; Salinas-Moreno *et al.*, 2017; Suriano *et al.*, 2021).

La cubierta del grano se le denota como pericarpio, el cual es determinado estrictamente por el progenitor femenino donde actúan los genes C1/R1 , comprende al epicarpio, mesocarpio, células cruzadas y células tubulares; se compone por 77.7 % fibras, 9.1 % proteínas, 7.3% almidón, 1% grasa 4.4 % otras sustancias; así mismo es aproximadamente un 5% del peso del grano; el grosor que presentan varía entre 60-140 μm cuya constitución principalmente es de fibras de celulosa 93% y hemicelulosa 67% (Espinosa Trujillo *et al.*, 2009; Gutiérrez Hernández *et al.*, 2020; Bartolo-Pérez *et al.*, 1999).

Según el descriptor de maíz los colores del grano varían entre blanco, morado, amarillo, café, y rojo; de igual forma para el pericarpio registra blanco, grisáceo, rojo, café, incoloros y otros (IBPGR, 1991).

El locus A1 del cromosoma 3 que presenta importancia en la ruta de los flavonoides son exclusivamente de tejidos materno además se le puede encontrar en el pericarpio y tusa (Schwarz-Sommer *et al.*, 1998).

Para la síntesis de antocianinas en ciertos tejidos es necesaria la presencia de múltiples genes, como los reguladores que impactan en su producción, siendo cuatro loci fundamentales que son R, B, C7, P1 (Chandler *et al.*, 1989a).

Debido a la basta diversidad de maíces genera variabilidad de la frecuencia genética del maíz que produce diferentes formas alélicas en relación al color del pericarpio el gen *rch* genera la pigmentación morada del pericarpio, mientras que la coloración morada en la aleurona es causada por la manifestación del alelo C, así mismo estos genes van a ser responsables de la coloración de la tusa (MINAM, 2018; Salhuana, 2004).

Estudios relacionados a los genes *P* o *Pr* (púrpura), R (rojo) y el C (sin color) muestran que las combinaciones alélicas generan segregación en los colores de los granos desde blanco a morado (Coulter, 1920; como citó Espinosa Trujillo *et al.*, 2012).

Una de las principales importancias del espesor del pericarpio es que presenta una correlación con el volumen expandido de los granos, a medida que este aumenta su espesor (Bautista-Ramírez *et al.*, 2019).

Las rosetas de popcorn que presentan valores superiores para la característica de volumen de expansión superiores a 30mL/g, son las que presentan valores superiores respecto al espesor del pericarpio en promedio de 107.75 μm ; por lado contrario los de bajos valores de volumen de expansión cuentan con un espesor menor en promedio 39.97 μm (Freire *et al.*, 2020).

Es posible realizar una selección en relación a la pigmentación del pericarpio de acuerdo a los valores más altos y segregarlos del material que no presente coloración morada en etapas tempranas, este procedimiento puede mejorarse con estudios moleculares para la selección precisa de individuos que cuenten con esta característica.



Figura 7: Pigmentación de pericarpio

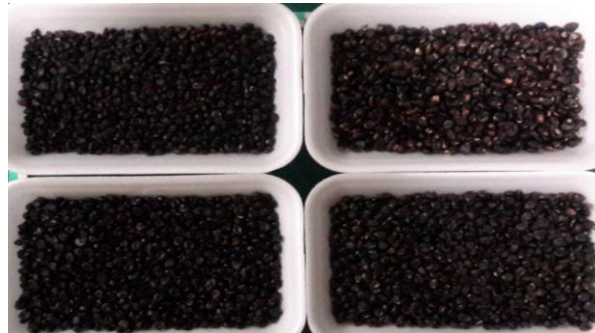


Figura 8: Granos de maíz con pericarpio morado



Figura 9: Granos de maíz de diferente color de pericarpio

Tabla 12: Análisis de variancia para pigmentación del pericarpio

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	7	7.46	0.65	0.42	
Genotipo	255	205500	805.88	69.82	<2e-16	***
Fila/Repetición	30	234	7.81	0.68	0.90	
Residual	225	2597	11.54			
Promedio	67.97					
CV (%)	5					

Tabla 13: Comparación de medias para pigmentación del pericarpio de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipo	Pigmentación del pericarpio	Grupos
247	100.00	a
230	100.00	a
169	100.00	a
16	100.00	a
4	99.72	a
137	99.62	a
69	99.56	a
234	99.49	a
229	99.11	a
17	99.06	a
141	98.98	a
216	98.98	a
71	98.92	a
41	98.85	a
144	98.76	a
124	98.75	a
43	98.73	a
64	98.52	a
101	98.51	a
131	98.12	a
238	97.99	a
122	97.97	a
66	97.87	a
111	97.86	a
183	97.85	a
231	97.81	a
99	97.57	a

158	97.55	a
121	97.45	a
80	97.39	a
153	97.37	a
6	97.32	a
115	96.86	a
5	96.84	a
68	96.82	a
86	96.74	a
30	96.50	a
212	96.50	a
90	96.04	a
38	95.98	a
237	95.94	a
59	95.89	a
77	95.81	a
13	95.77	a
178	95.72	a
250	95.40	ab
218	95.28	abc
147	95.09	abc
48	95.07	abc
27	94.92	abc
249	94.59	abcd
35	89.03	bcde
57	88.77	cde
160	88.32	def
8	87.76	efg
217	87.29	efgh
87	86.59	efgh

136	86.15	efghi
162	86.04	efghi
221	85.95	efghij
185	85.05	efghijk
93	84.57	efghijk
88	83.82	efghijkl
175	82.88	efghijklm
222	82.71	efghijklm
9	82.65	efghijklmn
126	82.01	fghijklmno
39	81.95	fghijklmno
214	81.72	ghijklmnop
49	81.19	hijklmnopq
106	79.70	ijklmnopqr
138	79.44	jklmnopqr
75	78.98	klmnopqr
91	78.63	klmnopqrs
46	78.48	klmnopqrs
176	77.57	lmnopqrst
155	77.36	lmnopqrst
54	77.31	lmnopqrstu
206	77.14	mnopqrstuv
62	77.00	mnopqrstuvw
7	76.50	mnopqrstuvw
11	76.07	nopqrstuvwxy
189	75.85	opqrstuvwxyz
114	75.12	pqrstuvwxyzA
194	75.05	qrstuvwxyzA
195	73.74	rstuvwxyzAB
215	73.59	rstuvwxyzAB

21	73.10	rstuvwxyzABC
52	72.38	stuvwxyzABCD
45	72.34	stuvwxyzABCDE
20	72.30	stuvwxyzABCDE
161	72.22	stuvwxyzABCDEF
63	72.21	stuvwxyzABCDEF
55	72.12	stuvwxyzABCDEF
202	71.76	tuvwxyzABCDEFG
164	71.72	tuvwxyzABCDEFG
133	71.37	tuvwxyzABCDEFGH
24	71.27	tuvwxyzABCDEFGHI
182	70.72	uvwxyzABCDEFGHIJ
32	70.60	vxyzABCDEFGHIJK
83	70.48	wxyzABCDEFGHIJK
192	70.30	xyzABCDEFGHIJK
70	70.13	xyzABCDEFGHIJK
61	69.91	yzABCDEFGHIJKL
97	69.90	yzABCDEFGHIJKL
65	69.85	yzABCDEFGHIJKL
36	69.25	zABCDEFGHIJKLM
125	69.17	ABCDEFGHIJKLMN
134	68.95	ABCDEFGHIJKLMNO
89	68.88	ABCDEFGHIJKLMNO
128	68.65	ABCDEFGHIJKLMNOP
255	68.14	BCDEFGHIJKLMNOPQ
154	67.98	BCDEFGHIJKLMNOPQR
240	67.87	BCDEFGHIJKLMNOPQRS
26	67.74	BCDEFGHIJKLMNOPQRST
167	67.34	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
251	67.20	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUV

248	67.01	CDEFGHIJKLMNOPQRSTU
117	66.97	CDEFGHIJKLMNOPQRSTU
123	66.85	CDEFGHIJKLMNOPQRSTU
157	66.32	DEFGHIJKLMNOPQRSTU
145	66.18	DEFGHIJKLMNOPQRSTU
203	66.05	DEFGHIJKLMNOPQRSTU
3	65.93	DEFGHIJKLMNOPQRSTU
146	65.86	EFGHIJKLMNOPQRSTU
190	65.67	FGHIJKLMNOPQRSTU
44	65.53	GHIJKLMNOPQRSTU
96	65.52	GHIJKLMNOPQRSTU
40	65.46	GHIJKLMNOPQRSTU
239	65.37	GHIJKLMNOPQRSTU
184	65.27	GHIJKLMNOPQRSTU
245	65.09	HIJKLMNOPQRSTU
204	64.94	HIJKLMNOPQRSTU
120	64.70	IJKLMNOPQRSTU
151	64.69	JJKLMNOPQRSTU
132	64.64	JJKLMNOPQRSTU
213	64.60	JJKLMNOPQRSTU
112	64.05	KLMNOPQRSTUVWXYZ
84	63.57	LMNOPQRSTUVWXYZ
73	63.57	LMNOPQRSTUVWXYZ
166	63.52	LMNOPQRSTUVWXYZ
1	63.20	MNOPQRSTUVWXYZ
12	63.18	MNOPQRSTUVWXYZ
188	63.17	MNOPQRSTUVWXYZ
180	62.91	MNOPQRSTUVWXYZ
254	62.71	MNOPQRSTUVWXYZ.
163	62.66	NOPQRSTUVWXYZ.+

201	62.59	OPQRSTUVWXYZ123456789.+-
139	62.56	OPQRSTUVWXYZ123456789.+-
232	62.31	PQRSTUVWXYZ123456789.+*
191	62.27	PQRSTUVWXYZ123456789.+*
23	62.23	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/
74	62.12	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/
50	61.98	QRSTUVWXYZ123456789.+*/
193	61.97	QRSTUVWXYZ123456789.+*/
256	61.76	QRSTUVWXYZ123456789.+*/
119	61.57	RSTUVWXYZ123456789.+*/
85	61.45	STUVWXYZ123456789.+*/#
31	61.45	STUVWXYZ123456789.+*/#
197	61.37	STUVWXYZ123456789.+*/#
34	61.26	TUVWXYZ123456789.+*/#
172	61.10	UVWXYZ123456789.+*/#&
170	60.71	UVWXYZ123456789.+*/#&
28	60.66	VWXYZ123456789.+*/#&
246	60.64	VWXYZ123456789.+*/#&
33	60.29	WXYZ123456789.+*/#&&
199	60.24	XYZ123456789.+*/#&&
25	59.50	YZ123456789.+*/#&&^
18	59.43	Z123456789.+*/#&&^
14	59.37	123456789.+*/#&&^
60	59.35	123456789.+*/#&&^
156	59.18	23456789.+*/#&&^
78	59.01	3456789.+*/#&&^
15	58.80	456789.+*/#&&^[
113	58.38	56789.+*/#&&^[
118	58.19	6789.+*/#&&^[
207	58.01	789.+*/#&&^[

10	57.90	789.+*/#\$\$%&^[]:@;
76	57.71	789.+*/#\$\$%&^[]:@;_
244	57.67	789.+*/#\$\$%&^[]:@;_
109	57.53	789.+*/#\$\$%&^[]:@;_
56	56.89	89.+*/#\$\$%&^[]:@;_?
179	56.56	9.+*/#\$\$%&^[]:@;_?!
67	56.28	.+*/#\$\$%&^[]:@;_?!=
47	56.09	+*/#\$\$%&^[]:@;_?!=
242	56.07	-*/#\$\$%&^[]:@;_?!=
159	56.03	-*/#\$\$%&^[]:@;_?!=
243	55.86	*/#\$\$%&^[]:@;_?!=
173	55.86	*/#\$\$%&^[]:@;_?!=
235	55.62	/#\$\$%&^[]:@;_?!=#
211	54.92	#\$\$%&^[]:@;_?!=#
168	54.66	\$\$%&^[]:@;_?!=#
94	54.17	%&^[]:@;_?!=#
29	54.17	%&^[]:@;_?!=#
150	53.95	&^[]:@;_?!=#
220	53.64	^[]:@;_?!=#
209	53.08	^[]:@;_?!=#
116	52.38	[]:@;_?!=#
152	52.36	[]:@;_?!=#
143	52.34	[]:@;_?!=#
95	52.28	[]:@;_?!=#
208	52.26	[]:@;_?!=#
174	52.21]:@;_?!=#
196	51.99]:@;_?!=#
104	51.85]:@;_?!=#
186	51.77	:@;_?!=#
127	51.76	:@;_?!=#

171	51.67	@;_?!=#
130	51.60	@;_?!=#
177	51.43	;_?!=#
129	51.42	;_?!=#
72	51.15	_?!=#
19	50.60	?!=#
223	50.26	!=#
107	50.26	!=#
51	50.23	!=#
252	49.88	=#
37	49.68	=#
82	49.08	#
100	49.03	
227	49.01	
140	48.81	
102	48.67	
224	47.82	
241	47.82	
22	47.37	
181	47.17	
53	46.81	
110	46.34	
108	45.98	
187	45.49	
228	45.44	
42	43.86	
98	43.23	
225	42.37	
210	42.35	
79	41.61	

92	41.59
219	40.79
200	40.07
2	39.75
149	39.54
165	37.06
103	35.46
253	33.36
226	32.94
81	31.70
135	31.53
142	31.02
148	28.83
105	26.00
233	22.87
236	19.81
58	12.70
205	12.68
198	0.20

Misma letra en columna grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%

4.2.2. Rendimiento de grano

De acuerdo al análisis de varianza de la (tabla 14) muestra que existen diferencias altamente significativas entre genotipos. Su coeficiente de variabilidad es de 13.4 %, está cercano a 10 % es bueno, ya que en experimentos de campo los coeficientes de variación superiores a 10% son intermedios y son aceptables (Calzada, 1982).

Empleamos el test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$ el cual se muestra en la tabla 15, donde se registran diferencias estadísticas entre los genotipos. Los genotipos más rendidores fueron 98 y 206, con 7164.42 y 6637.57 kg/ha respectivamente, tuvieron rendimientos estadísticamente similares.

La media de los datos indica un valor de 2410.12 kg/ha, existen 109 genotipos que presentan valores superiores a estos, en tanto que 147 genotipos registraron valores inferiores.

Según estudios realizados por Valadez-Gutiérrez referidos al rendimiento de grano en formación de híbridos, indica que líneas con bajos rendimientos pueden llegar a formar híbridos con un potencial de rendimiento de granos de entre 2.3 a 5 t/ha, este último bajo una buena fertilización, riego, espaciado y condiciones ambientales (Valadez-Gutiérrez *et al.*, 2018).

En los programas de mejora genética vegetal de popcorn se espera mejorar la característica de expansión de granos que presenta una alta heredabilidad en sentido estricto de un valor de 82.72 %; lamentablemente, en cuanto a rendimiento de grano el valor es bajo de 17.85 % (Pereira & Amaral Júnior, 2001).

Estudios realizados en Brasil sobre poblaciones segregantes S_1 de popcorn convencional muestran rendimientos que oscilan de 1500 a 3000 kg/ha, los cuales fueron menores respecto a la S_0 que tuvieron un rendimiento de 1900 a 4900 kg/ha (Scapim *et al.*, 2006). Así mismo, se pudo evidenciar una correlación genotípica positiva, pero estadísticamente igual a cero, entre el rendimiento y la capacidad expansiva de los granos, de manera que es posible seleccionar material para ambas características (Daros *et al.*, 2004).

Es posible realizar una selección de genotipos respecto a su capacidad de rendimiento, los cuales pueden ser futuros candidatos en la formación de líneas puras élite para la conformación de híbridos de buena aptitud combinatoria específica, que produzcan plantas con buenas cualidades agronómicas, de calidad y alto rendimiento de grano.

Para la selección de líneas de maíz popcorn morado no solo debemos basarnos en altos valores de rendimiento, si no a su capacidad de expansión; ya que si esta última tiene valores bajos sería ineficaz la selección ya que este es el principal atributo del maíz popcorn. Así mismo para este trabajo es de suma importancia la pigmentación morada del grano de forma que pese a un alto rendimiento, las líneas que no presentan esta coloración no serán seleccionadas.

Tabla 14: Análisis de varianza para rendimiento de grano

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	177334	177334	1.70	0.19	
Genotipo	255	492415951	1931043	18.53	<2e-16	***
Fila/Repetición	30	3502582	116753	1.12	0.31	
Residual	225	23451619	104229			
Promedio	2410.12					
CV (%)	13.4					

Tabla 15: Comparación de medias para rendimiento de grano de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Grupos
98	7164.42	a
206	6637.57	ab
104	6019.51	bc
244	5877.25	c
198	5583.71	cd
256	5482.47	cd
95	5391.93	cd
135	5019.44	d
190	4279.07	e
164	4265.20	ef
26	4161.65	efg
47	4160.16	efg
69	4059.37	efgh
51	4038.24	efghi
31	4034.32	efghi
252	3993.65	efghi
114	3985.30	efghi
242	3969.06	efghi

188	3940.94	efghij
52	3916.07	efghij
155	3901.74	efghijk
11	3897.37	efghijk
174	3809.46	efghijkl
168	3629.04	fghijklm
29	3588.39	ghijklmn
132	3582.82	ghijklmno
105	3556.73	ghijklmnop
83	3543.28	ghijklmnopq
192	3510.11	hijklmnopqr
88	3492.50	hijklmnopqrs
82	3483.73	hijklmnopqrs
220	3442.63	hijklmnopqrst
39	3420.48	hijklmnopqrstu
5	3417.57	ijklmnopqrstu
116	3398.70	ijklmnopqrstuv
101	3304.30	jklmnopqrstuvw
253	3264.18	klmnopqrstuvw
142	3244.66	lmnopqrstuvw
55	3220.61	lmnopqrstuvwxy
209	3172.67	lmnopqrstuvwxyz
137	3153.56	mnopqrstuvwxyza
72	3136.51	mnopqrstuvwxyzaB
42	3128.29	mnopqrstuvwxyzaBC
189	3125.92	mnopqrstuvwxyzaBC
45	3058.49	mnopqrstuvwxyzaBCD
145	3038.19	mnopqrstuvwxyzaABCDE
32	3037.24	mnopqrstuvwxyzaABCDE
20	3032.67	mnopqrstuvwxyzaBCDEF
177	2995.75	mnopqrstuvwxyzaBCDEFG
232	2970.34	nopqrstuvwxyzaBCDEFGH
150	2962.62	nopqrstuvwxyzaBCDEFGHI
21	2956.87	nopqrstuvwxyzaBCDEFGHIJ
125	2943.88	opqrstuvwxyzaBCDEFGHIJK
63	2943.88	opqrstuvwxyzaBCDEFGHIJK

236	2934.36	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKL
149	2928.38	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
49	2924.70	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
176	2923.64	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
193	2915.53	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
110	2890.58	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
251	2886.07	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
33	2866.14	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
122	2822.14	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
214	2817.39	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
61	2800.75	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQ
107	2784.29	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQR
46	2772.71	vxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
36	2756.27	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
91	2746.21	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
181	2743.43	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
240	2730.45	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
159	2725.44	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
238	2720.90	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUV
227	2719.45	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUV
100	2698.65	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVW
123	2673.62	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWX
255	2663.97	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXY
201	2661.47	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXY
186	2651.29	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
156	2644.84	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1
16	2628.77	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
171	2592.40	yzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123
152	2591.21	yzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123
249	2586.49	yzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
213	2577.15	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
178	2559.68	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
34	2535.03	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
212	2529.10	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345678
148	2518.83	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345678
187	2510.42	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789

172	2506.55	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789
146	2504.31	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789
56	2504.04	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789
250	2502.59	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789
245	2500.19	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
9	2495.87	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
235	2493.08	CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
153	2491.46	CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
237	2480.15	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
85	2473.42	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+-
202	2463.13	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
2	2457.36	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
136	2454.16	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
66	2436.94	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/
54	2435.55	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/
99	2425.99	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
3	2414.86	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&
81	2411.53	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&
203	2411.17	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&
89	2402.23	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%
62	2401.55	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%
60	2395.86	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&
162	2388.01	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&
50	2361.41	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^
134	2359.50	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
129	2356.89	HIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
8	2339.63	HIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
1	2334.84	HIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
37	2325.12	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
204	2319.97	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
233	2309.38	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
254	2309.02	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
234	2306.19	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
106	2295.95	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
80	2290.21	MNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[
12	2287.59	MNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#&%&^[

96	2256.11	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
58	2255.70	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
73	2243.96	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
138	2237.36	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
130	2236.89	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
70	2232.98	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
115	2232.06	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
28	2229.43	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
208	2220.11	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
205	2217.46	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
246	2210.77	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
211	2201.72	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
215	2200.66	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
14	2171.92	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
207	2156.60	RSTUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
248	2136.90	STUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
194	2128.34	TUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
165	2120.18	TUVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
102	2104.21	UVWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
169	2081.51	VWXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
4	2072.72	WXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
84	2069.64	WXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
15	2067.41	WXYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
139	2053.48	XYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
119	2049.75	XYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
182	2049.41	XYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
78	2049.25	XYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
147	2042.41	XYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
157	2035.47	XYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
92	2035.07	XYZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
197	2027.80	YZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
195	2013.32	Z123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
86	2010.21	Z123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
77	2007.02	123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
173	1999.28	23456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
158	1999.19	23456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#

108	1996.75	23456789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
97	1982.35	3456789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
6	1970.60	3456789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
126	1946.56	456789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
79	1943.94	56789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
113	1943.69	56789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
226	1934.31	6789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
74	1934.15	6789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
25	1931.45	6789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
41	1927.45	6789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
57	1923.62	6789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
118	1921.18	6789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
229	1918.99	6789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
163	1899.90	789.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
184	1892.99	89.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
230	1890.65	89.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
120	1886.59	89.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
19	1875.39	9.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
10	1861.28	.+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
225	1843.44	+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
13	1840.54	+*/#\$%&^[]:@;_?!=#
180	1837.15	-*/#\$%&^[]:@;_?!=#
67	1830.20	*/#\$%&^[]:@;_?!=#
64	1828.60	*/#\$%&^[]:@;_?!=#
40	1828.32	*/#\$%&^[]:@;_?!=#
143	1825.02	*/#\$%&^[]:@;_?!=#
38	1821.33	*/#\$%&^[]:@;_?!=#
144	1806.20	/#\$%&^[]:@;_?!=#
27	1789.76	#\$%&^[]:@;_?!=#
221	1783.49	\$%&^[]:@;_?!=#
183	1765.51	%&^[]:@;_?!=#
117	1760.80	&^[]:@;_?!=#
128	1757.64	&^[]:@;_?!=#
185	1739.52	^[]:@;_?!=#
131	1733.30	^[]:@;_?!=#
218	1722.71	[]:@;_?!=#

65	1708.01]:@;_?!=#
24	1693.15	:@;_?!=#
199	1689.79	@;_?!=#
7	1680.44	;_?!=#
68	1678.58	_?!=#
228	1667.04	?!=#
210	1663.56	!=#
112	1640.46	=#
30	1627.05	=#
124	1625.21	=#
175	1624.37	=#
44	1598.59	#
103	1581.58	
166	1569.78	
35	1567.19	
160	1564.00	
127	1561.34	
243	1557.34	
18	1545.64	
161	1539.28	
59	1528.42	
222	1512.71	
71	1508.98	
200	1485.75	
48	1484.41	
111	1483.45	
239	1463.21	
196	1449.76	
23	1436.54	
94	1419.89	
217	1410.97	
76	1408.71	
17	1405.43	
141	1375.41	
231	1363.09	
90	1362.85	

75	1336.88
133	1327.29
109	1324.89
241	1323.58
151	1311.42
93	1300.83
154	1284.15
167	1265.92
216	1250.07
179	1214.20
223	1190.29
43	1184.82
224	1179.98
53	1157.68
219	1146.40
87	1131.75
191	1126.10
121	857.00
140	800.53
247	797.76
170	696.23
22	655.01

Misma letra en columna grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%.

4.2.3. Dureza de roseta

Al tratarse de una característica cualitativa, esta dependerá estrictamente del evaluador o comensal que dependerá de su sensibilidad. Se identificó al genotipo 47 el que presentó la menor dureza con grado 1 (muy suave), según la tabla 16 corresponde al 0.4 % de todas las muestras evaluadas. Mientras que los genotipos 62 y 247 son los que representaron una mayor dureza de roseta con el grado 4 (muy duro).

La media registrada para dureza es de 2.7 siendo 117 los genotipos que presentaron un valor inferior a este y los otros 139 con valores superiores.

Para realizar pruebas de dureza de granos es indispensable el uso de un analizador de texturas, para poder registrar la tenacidad de los granos expandidos con suma precisión. Según Cañizares la máxima tenacidad de rosetas de maíz popcorn se registra a una humedad relativa de 12% con un valor de 62. 23kg.s, la cual es superior a los granos que fueron expandidos con aceite con un valor de 49. 46kg.s estas pueden variar según el método de estallido (Corrêa Cañizares *et al.*, 2020).

El pico o punta del grano es fibroso, su tamaño dependerá de la forma del grano siendo de menor tamaño en granos de forma redonda, esta estará presente en la roseta expandida de manera que reduce su suavidad (Sawazaki, 2008).

La dureza de los granos guarda cierta relación al contenido de proteínas que almacena en su interior, especialmente en la pared del endospermo estas corresponden a células vítreas de la matriz compuesta por proteínas que envuelve a cada célula de almidón, además de esto dependerá del tamaño y espesor de estas células (Salinas *et al.*, 1992).

Para las evaluaciones de este parámetro debemos tener establecidos un descriptor realizado por un panel entrenado para ser lo más objetivo posible (Corrêa Cañizares *et al.*, 2020).

Las rosetas de popcorn pueden ser clasificados en dos tipos mushroom y butterfly que presenta una sub clasificación según el polimorfismo que presentan las rosetas después del estallido del grano con base al número de apéndices que presente puede ser unilateral, bilateral y multilateral (Sweley *et al.*, 2011, 2014).

La dureza de la roseta dependerá del proceso de expansión del grano, ya que en esta puede darse un desprendimiento del pericarpio dejando así expuestos los gránulos de almidón gelatinizados, en la forma mushroom tiene la forma redondeada donde la fuerza de estallido no es capaz de retirar el pericarpio; mientras que en las formas butterfly las rosetas bilaterales y multilaterales son capaces de desprender parte del pericarpio generando una mayor sensación de suavidad y una mayor aceptación (García-Pinilla *et al.*, 2019).

Estos datos son muy variables ya que se refieren a cualidades de cada genotipo de maíz, relacionadas al contenido de humedad, método de estallido, tamaño del grano, espesor de

pericarpio, sumadas a sus preferencias y afinidad de la persona que realiza la evaluación de manera subjetiva, es necesario tener un panel sensorial para obtener datos más objetivos.

Tabla 16: Dureza de roseta

	Muy suave	Muy suave-Suave	Suave	Medio duro	Medio duro - Duro	Duro	Duro-Muy duro	Muy duro
N°	1	11	30	78	82	42	10	2
%	0.4	4.3	11.7	30.5	32.0	16.4	3.9	0.8

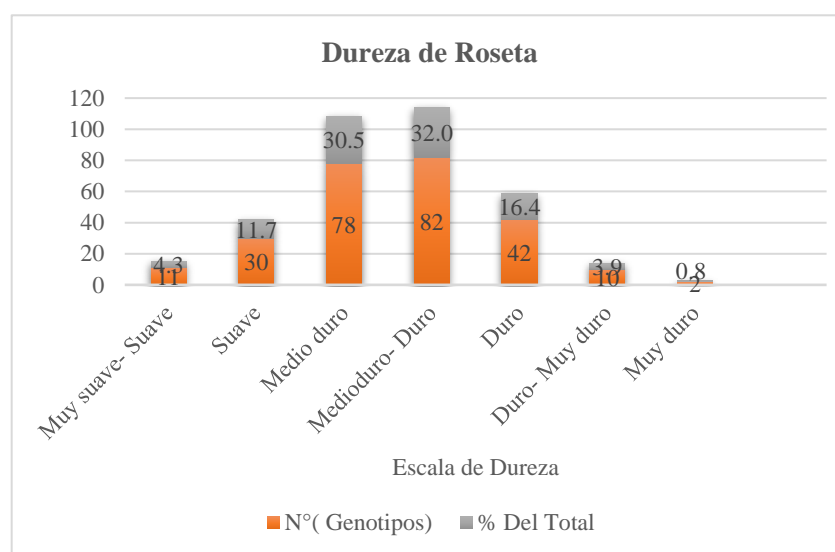


Figura 10: Dureza de rosetas en porcentaje

4.2.4. Sabor de la roseta

Representa una característica cualitativa organoléptica, la que dependerá estrictamente del evaluador o comensal, ya que esta característica involucra al sentido del gusto, así mismo dependerá que tan desarrollado se encuentre este sentido. Se identificó al genotipo 167 como superior presentando un grado 3 (muy sabroso). Según la tabla 17 nos muestra que el 33.6% de las muestras evaluadas presenta un potencial de aceptación ya que fueron catalogados entre sabrosos- muy sabrosos.

La media registrada para la variable sabor es de 1.625, existiendo 86 genotipos superiores a esta cualidad, mientras 170 son inferiores respecto a la media.

El embrión de la semilla contribuye en las cualidades de olor y gusto de la palomita, debido a que contiene aceites y proteínas que aumentan su calidad (Sawazaki, 2008).

Para catalogar el sabor de las rosetas es necesario tener en cuenta el grado de crocantes, textura, color, la capacidad de disolución en la boca, el grado de sal, además de la adición. Se están haciendo esfuerzos para mejorar el sabor natural, las rosetas recién expandidas tienen un peculiar sabor agradable el cual se va disipando rápidamente, es así que se emplean saborizantes para modificar el sabor natural se emplea aceite, mantequilla y aderezos (Matz, 1984).

En la actualidad se está evaluando el sabor con nuevas metodologías como la de Parsons (2021) que cataloga el sabor en puntuaciones en una escala de 1-6, así mismo se trabaja en base a descriptores de sabor como suave, sabor nuez, dulce, rancio, pungente, umami que se relaciona al glutamato, NA; entre los más usuales escogidos por los comensales son soso, sabor a nuez y dulce (Parsons *et al.*, 2021).

Es necesario establecer una tabla de descriptores realizada y analizada por expertos, los cuales deben ser asistidos por un panel entrenado, se recomienda que la muestra a degustar comprenda 20g de rosetas recién explotadas a una temperatura promedio de 25°C, en un lapso de 10 minutos por muestra para poder catalogarla y poder llenar los datos (Corrêa Cañizares *et al.*, 2020).

Es necesario la presencia de una persona capacitada en reconocer sabores de popcorn para poder hacer una cartilla de evaluación con los diversos sabores que presentan las muestras; también es necesario que esta evaluación se realice en un grupo amplio de personas, además debemos tomar en cuenta el número de muestras, ya que un número elevado de estas podría generar un sesgo en la apreciación del jurado calificador.

Tabla 17: Sabor de roseta

	Insípido	Insípido - Sabroso	Sabroso	Sabroso- Muy sabroso	Muy sabroso
N°	47	123	62	23	1
%	18.4	48.0	24.2	9.0	0.4

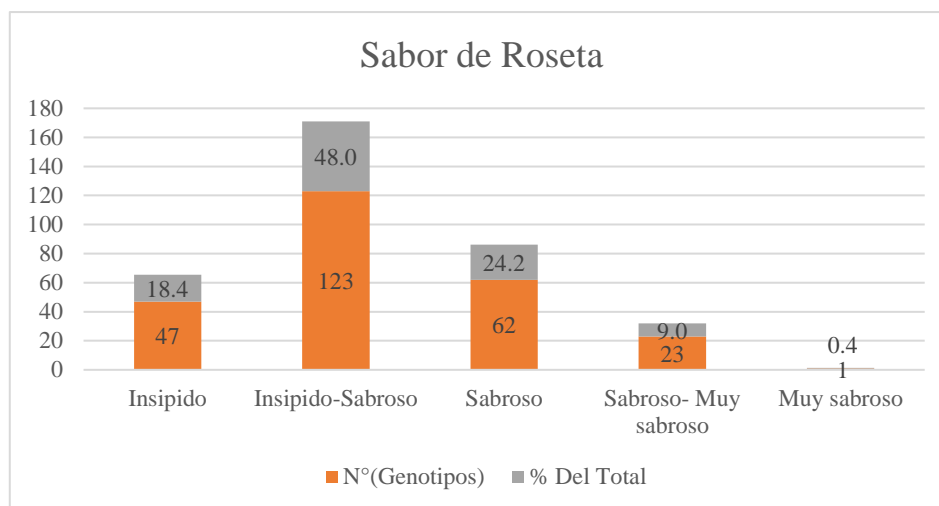


Figura 11: Sabor de rosetas en porcentaje

4.2.5. Peso de 100 granos

El análisis de varianza en la (tabla 20) muestra la existencia de diferencias altamente significativas entre los genotipos. El coeficiente de variabilidad es de 10.5 %, es un valor que es aceptable (Calzada, 1982).

Según el test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$ el cual se muestra en la tabla 21 indica diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Siendo los genotipos 68, 19, 103, 131, 64 y 87 los que presentaron valores superiores a 17 g/100granos y no se diferenciaron entre ellos.

La media respecto al peso de 100 granos es de 13.32 g, evidencia 93 accesiones con valores superiores, mientras que 163 están por debajo de la media.

Los granos que son cosechados antes de la madurez fisiológica, van a presentar un menor tamaño y peso de grano, adicionalmente reducirán su capacidad de expansión (Sawazaki, 2008).

Existe una clasificación de tamaño de maíz popcorn amarillo se toman 10 g de la muestra si esta contiene entre 52-67 se le cataloga de tamaño grande, si contiene entre 68-75 se le denomina de tamaño medio, además si presenta un número superior a 105 granos se le denota de tamaño pequeño (Ziegler *et al.*,1984); es así que los granos que presenten un tamaño grande serán los que muestren un mayor peso para esta cualidad.

El peso de los granos está también relacionado con el grado de madurez con las que fueron cosechados, los cuales deben de estar, tanto, morfológicamente como fisiológicamente bien constituidos; esta característica puede variar según la humedad del medio donde la semilla puede asimilar o perder humedad, ocasionando variación en su peso. Este carácter es significativo debido a que los consumidores prefieren un mayor número de semillas por kg que además presenten las mejores cualidades de expansión, ya que esa es la manera que ofertan el producto al mercado.

Tabla 18: Análisis de variancia para peso de 100 granos

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	2.17	2.17	1.11	0.29	
Genotipo	255	1061.29	4.16	2.12	5.98E-09	***
Fila/Repetición	30	86.72	2.89	1.47	0.06	
Residual	225	441.18	1.96			
Promedio	13.32					
CV (%)	10.5					

Tabla 19: Comparación de medias para peso de 100 granos de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipo	Peso de 100 granos (g)	Grupos
68	20.08	a
19	18.80	ab
103	18.77	abc
131	18.69	abc
64	17.76	abcd
87	17.27	abcde
221	16.73	bcdef
17	16.33	bcdefg
57	16.25	bcdefgh
96	15.98	bcdefghi
75	15.90	cdefghij
161	15.63	defghijk
112	15.59	defghijkl
59	15.38	defghijklm
163	15.30	defghijklmn
129	15.17	defghijklmno
124	15.17	defghijklmno
18	15.15	defghijklmno
43	15.10	defghijklmnop
92	15.05	defghijklmnopq
229	15.02	defghijklmnopq
181	14.99	defghijklmnopqr
151	14.98	defghijklmnopqrs
26	14.96	defghijklmnopqrst
41	14.95	defghijklmnopqrstu
27	14.87	efghijklmnopqrstuv

99	14.73	efghijklmnopqrstuvw
245	14.72	efghijklmnopqrstuvwx
63	14.71	efghijklmnopqrstuvwx
93	14.59	efghijklmnopqrstuvwxy
22	14.57	efghijklmnopqrstuvwxyz
107	14.56	efghijklmnopqrstuvwxyza
243	14.54	efghijklmnopqrstuvwxyzaB
194	14.53	efghijklmnopqrstuvwxyzaB
125	14.50	efghijklmnopqrstuvwxyzaBC
78	14.49	efghijklmnopqrstuvwxyzaBC
248	14.49	efghijklmnopqrstuvwxyzaBCD
4	14.48	efghijklmnopqrstuvwxyzaBCD
127	14.45	efghijklmnopqrstuvwxyzaABCDE
35	14.45	efghijklmnopqrstuvwxyzaABCDE
213	14.41	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDE
154	14.41	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEF
191	14.35	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFG
189	14.35	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFG
111	14.34	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFG
24	14.32	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGH
238	14.30	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGHI
48	14.25	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGHI
33	14.24	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGHIJ
36	14.21	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGHIJ
126	14.14	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGHIJK
184	14.10	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGHIJK
20	14.10	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGHIJK
6	14.07	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGHIJK
230	13.99	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGHIJKL
178	13.98	fghijklmnopqrstuvwxyzaABCDEFGHIJKLM

128	13.97	fg hijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLM
167	13.93	fg hijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLM
185	13.92	fg hijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLM
89	13.89	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLM
237	13.88	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMN
82	13.88	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMN
242	13.87	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMN
23	13.87	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMN
91	13.84	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMN
40	13.83	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMN
77	13.78	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNO
73	13.76	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNO
179	13.72	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOP
97	13.71	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOP
80	13.69	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOP
8	13.68	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOP
144	13.67	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOP
44	13.67	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQ
146	13.65	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQ
173	13.61	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQR
195	13.61	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQR
50	13.60	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQR
2	13.59	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQR
31	13.58	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQR
216	13.56	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQRS
250	13.52	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQRS
58	13.52	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQRS
95	13.48	gh ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQRS
205	13.47	h ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQRS
102	13.46	h ijklmnopqrstuvwxyz ABCDEFGHIJKLMNOPQRS

139	13.44	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
247	13.43	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
60	13.42	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
16	13.42	hijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
109	13.37	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
208	13.37	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
141	13.32	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
123	13.31	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
137	13.30	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
5	13.29	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
196	13.27	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
223	13.23	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
25	13.23	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
34	13.21	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
38	13.21	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
47	13.19	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
212	13.17	ijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
219	13.17	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
105	13.15	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
231	13.15	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
222	13.15	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
32	13.14	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
30	13.11	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
201	13.09	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
10	13.08	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
85	13.07	jklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
13	13.04	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
61	13.00	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
110	12.99	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
145	12.98	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST

130	12.98	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
94	12.97	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
67	12.96	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
197	12.90	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
70	12.90	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
218	12.89	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
115	12.89	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
7	12.88	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
46	12.87	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
88	12.86	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
66	12.84	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
39	12.82	klmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
190	12.81	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
254	12.80	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
21	12.80	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
37	12.78	lmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
192	12.77	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
101	12.76	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
150	12.75	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
15	12.74	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
42	12.74	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
158	12.72	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
14	12.70	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
119	12.69	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
62	12.69	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
116	12.69	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
200	12.69	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
79	12.67	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
157	12.67	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
249	12.66	mnpqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST

166	12.63	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
117	12.61	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
121	12.59	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
220	12.58	mnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
143	12.57	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
244	12.57	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
51	12.57	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
71	12.56	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
108	12.56	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
240	12.54	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
241	12.52	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
86	12.52	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
28	12.51	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
235	12.51	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
252	12.50	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
170	12.45	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
132	12.45	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
224	12.44	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
12	12.43	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
226	12.42	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
49	12.42	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
29	12.41	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
175	12.41	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
104	12.40	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
198	12.39	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
1	12.37	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
133	12.37	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
215	12.36	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
136	12.33	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
100	12.33	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST

148	12.32	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
72	12.32	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
186	12.31	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
45	12.28	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
159	12.27	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
217	12.26	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
11	12.26	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
122	12.25	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
169	12.23	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
160	12.23	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
228	12.21	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
52	12.21	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
182	12.19	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
209	12.19	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
76	12.17	rtuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
171	12.16	rtuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
177	12.16	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
180	12.12	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
236	12.11	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
210	12.10	vxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
65	12.10	vxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
187	12.08	vxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
165	12.06	vxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
113	12.04	vxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
164	12.02	vxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
233	12.01	wxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
3	12.00	wxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
54	12.00	wxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
174	11.98	wxyzABCDEFGHIJKLMNQRST
142	11.98	wxyzABCDEFGHIJKLMNQRST

168	11.97	wxyzABCDEFGHJKLMNOPQRST
193	11.95	wxyzABCDEFGHJKLMNOPQRST
207	11.94	wxyzABCDEFGHJKLMNOPQRST
204	11.93	wxyzABCDEFGHJKLMNOPQRST
9	11.92	xyzABCDEFGHJKLMNOPQRST
114	11.92	xyzABCDEFGHJKLMNOPQRST
206	11.88	xyzABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
55	11.86	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
53	11.84	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
203	11.84	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
183	11.84	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
188	11.82	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
156	11.81	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
147	11.80	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
118	11.80	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
74	11.80	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
214	11.79	zABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
98	11.77	zABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
256	11.76	zBCDEFGHJKLMNOPQRSTU
255	11.75	zBCDEFGHJKLMNOPQRSTU
152	11.73	ABCDEFGHJKLMNOPQRSTU
135	11.73	BCDEFGHJKLMNOPQRSTU
138	11.73	BCDEFGHJKLMNOPQRSTU
199	11.70	CDEFGHJKLMNOPQRSTU
134	11.69	CDEFGHJKLMNOPQRSTU
172	11.66	CDEFGHJKLMNOPQRSTU
83	11.65	DEFGHJKLMNOPQRSTU
234	11.62	EFGHJKLMNOPQRSTU
84	11.58	FGHJKLMNOPQRSTU
155	11.56	GHIJKLMNOPQRSTU

162	11.54	HIJKLMNOPQRSTU
56	11.48	IJKLMNOPQRSTU
176	11.39	JJKLMNOPQRSTU
153	11.36	KLMNOPQRSTU
232	11.31	KLMNOPQRSTU
239	11.23	LMNOPQRSTU
81	11.22	LMNOPQRSTU
69	11.19	LMNOPQRSTU
251	11.17	LMNOPQRSTU
202	11.17	LMNOPQRSTU
90	11.11	MNOPQRSTU
106	11.03	NOPQRSTU
246	10.97	OPQRSTU
211	10.90	PQRSTU
149	10.83	QRSTU
253	10.80	RSTU
225	10.73	STU
227	10.62	TU
140	9.07	U
120	8.66	V

Misma letra en columna grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%.

4.2.6. Volumen de 100 granos

El análisis de varianza de la (tabla 22) muestra la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los genotipos respecto a la característica de volumen de 100 granos. El coeficiente de variabilidad es de 19.1 %, es un valor admisible (Calzada, 1982).

Conforme al test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$, el cual se muestra en la tabla 23, indica diferencias estadísticas entre los genotipos. Siendo los genotipos 64, 131 y 103 los sobresalientes estadísticamente y cuyos pesos superaron los 32 cc.

La media respecto al peso de 100 granos es de 18.69 cc, evidencia 87 líneas con valores superiores, mientras que 169 están por debajo de la media.

Los granos de maíz popcorn pueden ser clasificados por la forma que poseen, pueden ser de tipo arroz que son granos alargados con la punta afilada que generalmente son de color blanco; mientras que los de tipo perla son más esféricos y tienen una coloración amarilla (Karababa, 2006; Sweley *et al.*, 2014).

La variación del volumen está relacionado al tamaño de las semillas, cuanto más grandes sean estas presentaran un mayor valor para esta característica; esta característica se encuentra influenciada por el volumen de humedad que tiene el grano grano reporta Karababa una variación en el contenido de humedad de 8.95-17.12 % generará un volumen de 73.24 a 125.14 mm³(Karababa, 2006).

Cuanto mayor sea el volumen de los granos, se espera que estos presenten una mejor textura al reventar la roseta (De La O-Olán *et al.*, 2018).

El volumen de las semillas está determinado independientemente por su largo, ancho y espesor, además de la forma que esté presente; así mismo por el contenido de humedad que presente. Estos valores son útiles en la búsqueda de poder predecir relaciones entre el volumen y número de granos de una accesión o genotipo determinado (Sanchez *et al.*, 2002).

Tabla 20: Análisis de variancia para volumen de 100 granos

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	40.8	40.80	3.18	0.08	
Genotipo	255	4264.6	16.72	1.30	0.02	*
Fila/Repetición	30	384.4	12.81	1.00	0.47	
Residual	225	2883.9	12.82			
Promedio	18.70					
CV (%)	19.1					

Tabla 21: Comparación de medias para volumen de 100 granos de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipo	Volumen de 100 granos	Grupos
64	36.89	a
131	34.37	ab
103	32.02	abc
151	28.82	bcd
65	27.56	bcde
127	26.37	cdef
48	26.28	cdefg
75	25.45	cdefgh
87	25.32	cdefghi
181	25.25	cdefghij
160	25.09	cdefghijk
88	24.78	defghijkl
46	24.28	defghijklm
68	24.26	defghijklm
17	24.10	defghijklmn
112	23.34	defghijklmno
154	23.10	defghijklmno
229	22.73	defghijklmno
161	22.65	defghijklmno
121	22.62	defghijklmno
19	22.51	defghijklmno
73	22.42	defghijklmnop
22	22.32	defghijklmnop
4	22.30	defghijklmnop
57	22.14	defghijklmnop
221	22.07	defghijklmnop
123	22.06	defghijklmnop

59	21.95	defghijklmnop
26	21.81	defghijklmnop
245	21.81	defghijklmnop
41	21.49	efghijklmnop
38	21.26	efghijklmnop
137	21.20	efghijklmnop
23	21.16	efghijklmnop
250	21.13	efghijklmnop
96	21.09	efghijklmnop
247	21.02	efghijklmnop
111	21.00	efghijklmnop
99	20.94	efghijklmnop
219	20.84	efghijklmnop
191	20.84	efghijklmnop
163	20.66	efghijklmnop
194	20.65	efghijklmnopq
242	20.53	efghijklmnopq
16	20.51	fghijklmnopq
24	20.47	fghijklmnopq
125	20.43	fghijklmnopq
27	20.42	fghijklmnopq
213	20.16	fghijklmnopq
129	20.13	fghijklmnopq
92	20.11	fghijklmnopq
18	20.11	fghijklmnopq
82	20.08	fghijklmnopq
33	20.08	fghijklmnopq
124	20.02	fghijklmnopq
93	20.01	fghijklmnopq
107	19.85	fghijklmnopq

216	19.78	fghijklmnopq
105	19.75	fghijklmnopq
36	19.70	fghijklmnopq
184	19.70	fghijklmnopq
63	19.54	fghijklmnopq
78	19.50	fghijklmnopq
40	19.49	fghijklmnopq
43	19.47	fghijklmnopq
35	19.26	ghijklmnopq
173	19.18	hijklmnopq
25	19.16	hijklmnopq
231	19.14	hijklmnopq
91	19.12	hijklmnopq
61	19.11	hijklmnopq
95	19.08	hijklmnopq
201	19.05	hijklmnopq
102	18.98	hijklmnopq
126	18.97	hijklmnopq
179	18.95	hijklmnopq
238	18.92	hijklmnopq
8	18.90	hijklmnopq
170	18.90	hijklmnopq
248	18.90	hijklmnopq
97	18.89	hijklmnopq
144	18.87	hijklmnopq
186	18.86	hijklmnopq
80	18.86	hijklmnopq
230	18.77	hijklmnopq
44	18.74	hijklmnopq
205	18.69	hijklmnopq

141	18.67	hijklmnopq
39	18.66	hijklmnopq
243	18.65	hijklmnopq
195	18.58	hijklmnopq
222	18.58	hijklmnopq
66	18.55	hijklmnopq
115	18.53	hijklmnopq
50	18.52	hijklmnopq
31	18.50	hijklmnopq
133	18.47	hijklmnopq
77	18.46	hijklmnopq
254	18.44	hijklmnopq
14	18.42	hijklmnopq
237	18.42	hijklmnopq
192	18.41	hijklmnopq
21	18.39	ijklmnopq
62	18.36	ijklmnopq
20	18.32	ijklmnopq
226	18.31	ijklmnopq
67	18.20	jklmnopq
13	18.18	klmnopq
241	18.15	klmnopq
150	18.14	klmnopq
58	18.09	klmnopq
240	18.06	klmnopq
136	18.06	klmnopq
10	18.00	lmnopq
175	17.96	lmnopq
85	17.95	lmnopq
249	17.90	lmnopq

146	17.90	lmnopq
185	17.89	lmnopq
159	17.88	lmnopq
60	17.8€	lmnopq
203	17.85	lmnopq
30	17.84	lmnopq
167	17.83	lmnopq
128	17.82	lmnopq
198	17.82	lmnopq
139	17.81	lmnopq
138	17.79	lmnopq
190	17.78	lmnopq
89	17.78	lmnopq
209	17.76	lmnopq
1	17.75	lmnopq
171	17.74	lmnopq
178	17.74	lmnopq
28	17.74	lmnopq
79	17.73	lmnopq
224	17.70	mnopq
70	17.69	mnopq
212	17.67	mnopq
34	17.67	mnopq
202	17.65	mnopq
9	17.59	mnopq
7	17.59	mnopq
119	17.57	mnopq
47	17.52	mnopq
109	17.50	mnopq
148	17.50	mnopq

29	17.46	mnopq
104	17.44	mnopq
90	17.43	mnopq
187	17.41	mnopq
244	17.40	mnopq
196	17.40	mnopq
12	17.39	mnopq
169	17.36	mnopq
37	17.33	mnopq
54	17.33	mnopq
94	17.33	mnopq
130	17.33	mnopq
117	17.29	mnopq
189	17.29	mnopq
71	17.29	mnopq
199	17.28	mnopq
69	17.28	mnopq
158	17.10	nopq
232	17.07	nopq
223	17.06	nopq
210	17.02	opq
220	17.02	opq
132	16.98	opq
157	16.96	opq
218	16.92	opq
122	16.92	opq
162	16.88	opq
239	16.86	opq
255	16.70	opq
174	16.69	opq

188	16.67	opq
74	16.67	opq
153	16.67	opq
81	16.67	opq
110	16.67	opq
177	16.67	opq
56	16.67	opq
142	16.67	opq
183	16.67	opq
152	16.67	opq
235	16.67	opq
84	16.67	opq
234	16.67	opq
83	16.67	opq
134	16.67	opq
164	16.67	opq
227	16.67	opq
165	16.67	opq
211	16.67	opq
118	16.67	opq
143	16.67	opq
86	16.67	opq
155	16.67	opq
149	16.67	opq
217	16.67	opq
251	16.67	opq
182	16.67	opq
214	16.67	opq
246	16.67	opq
72	16.67	opq

114	16.67	opq
193	16.67	Opq
168	16.67	opq
206	16.67	opq
116	16.67	opq
51	16.67	opq
106	16.67	opq
3	16.67	opq
166	16.67	opq
15	16.67	opq
228	16.67	opq
135	16.67	opq
180	16.67	opq
207	16.67	opq
225	16.67	opq
204	16.67	opq
55	16.67	opq
145	16.67	opq
176	16.67	opq
200	16.67	opq
42	16.67	opq
172	16.67	opq
233	16.67	opq
49	16.67	opq
147	16.67	opq
215	16.67	opq
32	16.67	opq
236	16.67	opq
11	16.67	opq
197	16.67	opq

256	16.67	opq
113	16.67	opq
5	16.67	opq
208	16.67	opq
98	16.67	opq
108	16.67	opq
2	16.67	opq
100	16.67	opq
52	16.67	opq
101	16.67	opq
156	16.67	opq
252	16.67	opq
6	16.67	opq
45	16.67	opq
53	16.67	opq
253	16.55	opq
76	16.51	opq
120	15.38	pq
140	13.60	q

Misma letra en columna grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%.

4.2.7. Volumen de 100 granos expandidos

El análisis de varianza de la (tabla 24) muestra la existencia de diferencias altamente significativas entre los genotipos respecto a la característica de capacidad o volumen de expansión de granos. El coeficiente de variabilidad es de 11.4 %, es un valor admisible (Calzada, 1982).

Conforme al test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$ el cual se muestra en la tabla 25, reveló diferencias estadísticas entre los genotipos. Siendo el genotipo 109 con 9.86 cc/g el que superó estadísticamente a todos los genotipos restantes.

La media respecto al volumen de expansión fue de 2.83 (cc/g), evidencia 100 genotipos con valores superiores, mientras que 155 están por debajo de la media y uno tuvo el mismo valor de la media.

La capacidad que tiene un grano de poder expandir su volumen está relacionada a muchos factores correspondiente al grano como el contenido de humedad, dureza del pericarpio contenido de proteínas, caracteres genéticos, contenido de almidón, amilosa, método de reventado, tamaño de grano, volumen de grano, peso de la semilla, temperatura de reventado, madurez fisiológica, proceso de secado, daños del pericarpio como del endospermo y la forma de almacenamiento de los granos (De la O-Olán *et al.*, 2018; Gökmen, 2004; Salinas *et al.*, 1992).

Esta es la principal cualidad del maíz popcorn el cual es capaz de multiplicar su volumen ampliamente hasta 30 veces (Villanueva Flores, 2008), estrictamente en el ámbito comercial esta característica es fundamental para la obtención de mayores ingresos.

El resultado obtenido de 9.86 cc/g para la capacidad de expansión de grano, es inferior respecto a otros híbridos los cuales pueden llegar hasta volumen de expansión 42.1 cc/ g; además presenta un volumen de expansión de 30.2cc/g para muestras en horno de microondas; así mismo los híbridos generan un mayor volumen de expansión respecto a variedades de polinización (Gökmen, 2004).

El endocarpio está compuesto por endospermo translúcido (vítreo) y opaco(harinoso), la primera manifiesta una estructura poligonal que contiene gránulos de almidón de 7-18 μ m que se encuentran rodeadas de una matriz proteica durante el proceso de estallido el vapor pasa a través de estos causando una gelatinización las cuales producirán las rosetas; mientras que la segunda está compuesta por gránulos esféricos de almidón que dejan más espacios libres por su disposición, estas están cubiertas por una matriz proteica que evita la deformación de los gránulos de almidón simplemente se separan pero mantienen su estructura tras la explosión del grano; esta característica influye directamente en el volumen de expansión si presenta un mayor porcentaje vítreo generará mayor volumen de expansión, por caso contrario los granos no se expandirán (García-Pinilla *et al.*, 2019; Pereira *et al.*, 2008).

Los granos que muestran valores superiores respecto a la característica de expansión de grano, tienen altos porcentajes de amilosa entre 23.9-26% pueden generar un volumen de 30-35mL/g a medida que este valor se reduce menor será el volumen que se logre obtener después de la explosión, así mismo bajos valores de volumen de expansión se relacionan a endospermos no compactos que presentan un mayor espacio vacío endospermo harinoso que albergan un mayor depósito de humedad entre los gránulos de almidón (Freire *et al.*, 2020).

En el proceso de estallido se produce daño sobre el pericarpio el cual se logra romper dejando partes expuestas de los gránulos de almidón siendo estos visibles como copos, la forma mushroom presenta una forma redonda debido a que la explosión no presentó una fuerza capaz de quitar partes de pericarpio las cuales se mantienen en su estructura; mientras que la estructura unilateral se aprecia microfracturas en una zona determinada del grano antes de que reviente; así mismo la estructura bilateral existen 2 zonas donde ocurren múltiples microfracturas donde se pueden observar partes del pericarpio que son desprendidas; en la morfología multilateral se dan múltiples facturas de pericarpio en más de 2 lugares multidireccionales que producen una mayor fragmentación del pericarpio con más partes desprendidas (García-Pinilla *et al.*, 2019).

Estudios realizados por De La O-Olán que en híbridos comerciales que presentan 12% humedad, necesitan un tiempo de 2.30 minutos, mientras que las variedades comerciales necesitan un mayor tiempo siendo de 2.45 minutos; granos que presenten humedad inferior al 10% se reducirá el rendimiento de expansión de granos debido a la ruptura del pericarpio antes de la explosión quedando granos sin reventar por no llegar a presión suficiente; además las progenies de maíz popcorn que presenten un mayor grosor de pericarpio puede incrementar el volumen de expansión (De La O-Olán *et al.*, 2018; Corrêa Cañizares *et al.*, 2020; Freire *et al.*, 2020).

Se deben seleccionar los mejores genotipos para mejorar esta característica, además se debe de realizar diferentes modos de explosión de granos, diferentes aditivos, así mismo con diferentes porcentajes de humedad para establecer las mejores condiciones y un mayor volumen de grano expandido; además se puede realizar cruza con variedades que presenten un alto valor para esta cualidad, de manera que se logre mejorar esta característica por cruza recurrentes.



Figura 12: Volumen de expansión de granos expandidos

Tabla 22: Análisis de variancia para volumen de 100 granos expandidos

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	0.30	0.30	2.08	0.15	
Genotipo	255	507.14	1.99	13.81	<2e-16	***
Fila/Repetición	30	5.09	0.17	1.18	0.25	
Residual	225	32.41	0.14			
Promedio	2.83					
CV (%)	13.4					

Tabla 23: Comparación de medias para volumen de 100 granos expandidos de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipo	Capacidad de expansión (cc/g)	Grupos
109	9.86	a
79	7.15	b
152	6.02	c
143	5.98	c
56	5.85	c
65	5.84	c
136	5.79	cd
201	5.74	cd

2	5.63	cd
32	5.55	cde
5	5.06	def
237	4.82	efg
36	4.75	fgh
29	4.70	fghi
127	4.55	fghij
234	4.38	fghijk
43	4.34	fghijkl
160	4.13	ghijklm
12	4.05	hijklmn
151	4.03	hijklmn
196	4.00	hijklmno
3	3.99	ijklmnop
48	3.93	ijklmnopq
122	3.87	ijklmnopqr
124	3.83	ijklmnopqrs
41	3.81	ijklmnopqrst
28	3.78	klmnopqrstu
40	3.74	klmnopqrstuv
27	3.70	klmnopqrstuvw
117	3.67	klmnopqrstuvwxy
111	3.66	klmnopqrstuvwxy
202	3.64	klmnopqrstuvwxyz
218	3.63	lmnopqrstuvwxyza
92	3.61	lmnopqrstuvwxyzaB
46	3.60	lmnopqrstuvwxyzaB
128	3.56	mnopqrstuvwxyzaBC
118	3.56	mnopqrstuvwxyzaBC
100	3.51	mnopqrstuvwxyzaBCD
116	3.48	mnopqrstuvwxyzaABCDE
51	3.43	mnopqrstuvwxyzaBCDEF
13	3.41	mnopqrstuvwxyzaBCDEFG
64	3.41	mnopqrstuvwxyzaBCDEFG
34	3.38	mnopqrstuvwxyzaBCDEFGH
200	3.37	nopqrstuvwxyzaBCDEFGHI

112	3.32	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
162	3.32	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
132	3.32	nopqrstuvwxyzABCDEFGHIJK
183	3.27	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKL
123	3.25	opqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
126	3.24	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
137	3.24	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
254	3.23	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
17	3.23	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
244	3.20	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
135	3.20	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQ
26	3.17	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQR
110	3.15	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
197	3.15	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
99	3.13	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
113	3.13	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
21	3.13	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
60	3.12	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
31	3.12	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
227	3.12	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
105	3.10	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUV
90	3.09	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUV
195	3.08	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
216	3.07	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
19	3.06	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
139	3.05	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
199	3.02	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
84	3.02	vxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1
239	3.01	vxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
171	3.01	vxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
198	3.01	vxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
188	3.00	vxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
207	3.00	vxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
11	2.98	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123
57	2.98	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123
213	2.94	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234

205	2.93	xyzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
145	2.93	xyzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
91	2.92	xyzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
159	2.91	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
9	2.91	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
1	2.91	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
181	2.91	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
74	2.91	yzABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
8	2.89	zABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345678
82	2.89	zABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345678
121	2.89	zABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345678
93	2.88	zABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789
211	2.88	zABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789
54	2.88	ABCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789
59	2.87	BCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
4	2.86	BCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
53	2.86	BCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
83	2.86	BCDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
215	2.85	CDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
224	2.85	CDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
15	2.83	CDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
153	2.82	CDEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
130	2.80	DEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
231	2.79	DEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
44	2.78	DEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
177	2.78	DEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
142	2.77	DEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
97	2.76	DEFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
20	2.76	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
134	2.76	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
103	2.76	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/
16	2.75	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/
240	2.75	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/
108	2.74	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/
150	2.74	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/
131	2.74	EFGHJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#

185	2.73	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
238	2.73	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
58	2.73	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
212	2.73	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
38	2.72	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%
173	2.72	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&
223	2.71	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
241	2.71	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
214	2.70	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
71	2.69	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
180	2.69	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
42	2.69	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
69	2.68	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
220	2.68	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
170	2.68	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
178	2.68	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
157	2.67	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
133	2.65	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
179	2.64	HJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
141	2.63	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
256	2.63	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
86	2.63	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
175	2.63	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
210	2.61	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
225	2.60	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
222	2.60	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
156	2.60	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
255	2.58	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
182	2.57	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
72	2.57	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
66	2.56	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
163	2.56	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
158	2.55	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
104	2.55	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
232	2.54	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
76	2.53	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^

236	2.52	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]
243	2.52	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]
189	2.52	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]
242	2.51	MNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=
101	2.50	MNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
120	2.49	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
14	2.48	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
87	2.47	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
6	2.46	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
219	2.46	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
78	2.46	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
253	2.46	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
208	2.46	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
233	2.45	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
144	2.44	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
161	2.44	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
61	2.44	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
245	2.44	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
35	2.43	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
23	2.43	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
22	2.42	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
166	2.42	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
73	2.42	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
70	2.42	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
50	2.41	STUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
45	2.38	TUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
235	2.37	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
190	2.36	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
168	2.35	VWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
147	2.35	VWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
37	2.33	WXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
226	2.32	XYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
63	2.32	XYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
52	2.31	YZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
154	2.30	YZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#
169	2.30	Z123456789.+*/#%&^[:@;_?!]=#

248	2.30	Z123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
68	2.30	Z123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
247	2.28	Z123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
106	2.28	Z123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
47	2.28	Z123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
230	2.27	Z123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
85	2.27	123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
33	2.26	123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
167	2.26	23456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
192	2.23	3456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
206	2.20	456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
39	2.19	456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
18	2.19	456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
184	2.18	56789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
165	2.18	56789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
249	2.18	56789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
149	2.16	6789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
146	2.16	789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
176	2.15	89.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
96	2.14	89.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
204	2.13	9.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
148	2.13	9.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
229	2.11	.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
88	2.06	+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
49	2.06	+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
89	2.06	+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
187	2.05	+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
30	2.05	+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
252	2.03	-*/#\$\$%^[:@;_?!=#
228	2.03	-*/#\$\$%^[:@;_?!=#
174	2.03	-*/#\$\$%^[:@;_?!=#
94	2.02	*/#\$\$%^[:@;_?!=#
193	2.02	*/#\$\$%^[:@;_?!=#
251	2.01	*/#\$\$%^[:@;_?!=#
186	2.00	/#\$\$%^[:@;_?!=#
81	1.98	#\$\$%^[:@;_?!=#

7	1.98	\$%&^[:@;_?!=#
138	1.97	%&^[:@;_?!=#
80	1.95	&^[:@;_?!=#
164	1.94	&^[:@;_?!=#
246	1.94	^[:@;_?!=#
55	1.93	[:@;_?!=#
140	1.91]:@;_?!=#
10	1.91]:@;_?!=#
77	1.91]:@;_?!=#
155	1.88	:@;_?!=#
114	1.86	@;_?!=#
119	1.85	;_?!=#
194	1.83	_?!=#
217	1.81	?!=#
95	1.78	!=#
25	1.75	=#
203	1.75	#
67	1.74	
98	1.74	
62	1.72	
129	1.72	
209	1.71	
102	1.67	
24	1.65	
191	1.63	
172	1.62	
107	1.56	
250	1.52	
221	1.45	
115	1.25	
75	1.00	
125	0.85	

Misma letra en columna grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%.

4.2.8. Porcentaje de granos expandidos

El análisis de varianza de la (tabla 26) muestra que existen diferencias altamente significativas entre los genotipos respecto a la característica de porcentaje de granos expandidos. El coeficiente de variabilidad es de 25 %, es un valor alto, pero es permisible (Calzada, 1982).

Conforme al test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$, el cual se muestra en la tabla 27, evidencia que los genotipos son estadísticamente diferentes. Siendo los genotipos 43, 109 y 32, con 88.74, 86.49 y 82.75 % de granos expandidos respectivamente, los que tuvieron los valores más altos y superaron estadísticamente a los demás genotipos, así mismo, el menor porcentaje de expansión le corresponde al genotipo 169 con 1.35 %.

La capacidad que tiene un grano para expandirse se rige a propiedades físicas las cuales son afectadas por daños en el pericarpio y endospermo que ocurren en el proceso de cosecha y post cosecha por un mal manejo; mientras que las propiedades químicas propias del grano dependen de la disposición de los granos de almidón, espesor del pericarpio, composición del pericarpio y la humedad del grano (FREIRE, 2015).

La media respecto porcentaje de granos está relacionada a muchos factores referidos al grano y método usado para expandirlo, estudios muestran que a medida que se sube la humedad de 10-14% los granos llegan a expandirse en mayor número de estos, mientras que valores superiores el grano revienta, pero no logra expandir su volumen (De la O-Olán et al., 2018). Es necesario controlar el tiempo en el proceso de expansión de los granos, así mismo considerar los intervalos de segundos donde no revientan los granos cuando exista un tiempo de 5 segundos, se debe de registrar el tiempo, este proceso es más sencillo en el microondas ya que presenta un timer (Corrêa Cañizares *et al.*, 2020).

Esta característica puede variar según el método de estallido que se utilice, en el caso de la explosión con el uso de microondas, esta dependerá del contenedor donde se depositen los granos, los contenedores de tamaño pequeño los granos se encuentran superpuestos de manera que el calor no se difunde de manera homogénea, siendo menos favorecida la parte

central los cuales se van a calentar por conducción y convección probablemente los granos de esta zona no logren expandirse (Sweley *et al.*, 2011, 2014).

La reducción en el tiempo en que los granos se expanden está en medida relacionado al contenido de humedad si estos valores no se encuentran entre 10-14% existirá un gran número de granos que no logren expandirse, ya que no serán capaces de llegar a la temperatura de 177°C ni la presión de 930.79KPa que son necesarios para la explosión (Corrêa Cañizares *et al.*, 2020).

No es posible afirmar que los granos que no logren la explosión carezcan de la capacidad de hacerlo, ya que si estas son expuestas más tiempo en la fuente de calor pueden ser capaces de reventar, cada semilla es diferente de manera que pueden tener diferentes presiones de expansión de grano (Sweley *et al.*, 2011, 2014).

El trabajo realizado por García Pinilla divide su experimento en tres grupos según el porcentaje de humedad los que se encuentran entre 5.79-8.28 % de humedad la cantidad de granos sin reventar fue alto, debido a que los granos no llegaron a la presión suficiente de 930.79 KPa para lograr explotar; el segundo grupo comprende 9.14-9.62 % de humedad en el cual se incrementa el número de rosetas expandidas; mientras que el tercer grupo de 10.38-14.62 % generó rosetas con menor volumen, así mismo granos sin explotar debido a que la temperatura de fusión del pericarpio que fue inferior; así mismo cabe resaltar que estos datos corresponden únicamente a los genotipos que evaluó (García-Pinilla *et al.*, 2019)

Un factor a considerar respecto al porcentaje de granos expandidos es el método utilizado para la expansión de granos, el cual guarda relación con la humedad del grano y la forma como fue conservada, si el grano no se encuentra en óptimas condiciones el número de granos expandidos será bajo.



Figura 13: Porcentaje de granos sin explotar

Tabla 24: Análisis de variancia para porcentaje de granos expandidos

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	12	11.55	0.45	0.50	
Genotipo	255	88528	347.17	13.52	<2e-16	***
Fila/Repetición	30	688	22.94	0.89	0.63	
Residual	225	5779	25.68			
Promedio	20.24					
CV (%)	25					

Tabla 25: Comparación de medias para porcentaje de granos expandidos de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipos	Porcentaje de granos expandidos	Grupos
43	88.74	a
109	86.49	a
32	82.75	a
2	72.20	b
5	63.81	bc
152	62.44	bc
110	54.17	cd
96	52.47	de
238	49.81	def

79	48.98	defg
51	47.14	defgh
101	46.81	defghi
128	44.51	defghij
143	43.87	efghijk
119	42.45	fghijk
56	41.28	fghijkl
234	39.78	ghijklm
112	37.99	hijklmn
89	37.64	hijklmno
197	37.13	ijklmnop
141	36.83	jklmnopq
201	36.34	jklmnopqr
132	36.28	jklmnopqr
117	36.07	jklmnopqrs
218	35.18	jklmnopqrst
111	34.31	klmnopqrstu
86	34.26	klmnopqrstu
12	34.03	klmnopqrstuv
14	32.50	lmnopqrstuvw
13	32.39	lmnopqrstuvwx
19	32.37	lmnopqrstuvwx
90	32.20	lmnopqrstuvwxy
202	32.18	lmnopqrstuvwxyz
200	31.86	lmnopqrstuvwxyz
139	30.86	mnopqrstuvwxyzA
84	29.97	mnopqrstuvwxyzAB
58	29.86	mnopqrstuvwxyzAB
205	29.70	nopqrstuvwxyzABC
15	28.30	nopqrstuvwxyzABCD
134	27.97	opqrstuvwxyzABCDE
34	27.71	pqrstuvwxyzABCDEF
16	27.63	pqrstuvwxyzABCDEFG
124	27.58	pqrstuvwxyzABCDEFGH
85	27.41	pqrstuvwxyzABCDEFGHI
130	27.33	pqrstuvwxyzABCDEFGHI

179	27.24	pqrstuvwxyzABCDEFGHIJ
26	27.05	qrstuvwxyzABCDEFGHIJK
244	27.03	qrstuvwxyzABCDEFGHIJK
36	26.96	qrstuvwxyzABCDEFGHIJKL
54	26.78	rstuvwxyzABCDEFGHIJKL
144	26.21	stuvwxyzABCDEFGHIJKLM
21	26.00	tvwxyzABCDEFGHIJKLMN
236	25.73	tvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
47	25.43	tvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
87	25.21	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
233	24.84	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQ
116	24.83	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQ
48	24.78	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQ
181	24.72	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQR
136	24.72	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQR
131	24.69	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
78	24.21	vwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
92	24.02	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
57	23.93	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
10	23.93	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
173	23.92	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
65	23.90	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
29	23.56	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUV
198	23.52	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVW
93	23.46	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWX
18	23.27	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXY
8	23.14	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
60	23.09	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1
237	23.02	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
195	22.90	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123
207	22.81	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
17	22.79	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
127	22.56	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
160	22.49	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
25	22.42	yzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345678
220	22.27	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789

254	21.83	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
208	21.80	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
68	21.60	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
46	21.54	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
64	21.53	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
118	21.51	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
122	21.43	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+-
91	21.36	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+-*
137	21.16	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/
178	21.12	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/
163	21.08	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
248	21.07	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
133	21.01	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
223	20.82	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
235	20.79	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
161	20.72	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
33	20.40	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
213	20.30	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
59	20.23	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
63	20.11	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
182	20.06	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
147	20.06	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
3	20.06	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
193	19.81	CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
183	19.78	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
31	19.55	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
23	19.38	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
196	19.34	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
222	19.31	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
105	19.22	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
231	19.17	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
1	19.12	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
4	19.11	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
159	19.11	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
108	19.07	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
123	19.00	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#

135	18.91	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
41	18.86	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
170	18.81	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
83	18.70	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
145	18.68	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
154	18.56	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
71	18.48	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
99	18.47	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
28	18.46	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
187	18.31	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
194	18.06	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
50	18.04	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
158	17.86	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
73	17.80	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
171	17.79	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
239	17.67	HJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
146	17.59	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
44	17.41	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
217	17.38	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
185	17.35	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
226	17.25	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
67	17.23	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
40	17.16	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
212	17.06	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
35	16.86	MNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
38	16.83	MNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
20	16.72	MNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
77	16.53	MNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
150	16.29	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
243	16.23	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
11	16.21	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
82	15.99	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
166	15.98	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
177	15.97	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
176	15.95	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
76	15.93	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[

167	15.93	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
199	15.91	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
103	15.84	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
102	15.75	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
95	15.60	PQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
227	15.24	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
80	15.13	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
97	15.11	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
216	15.09	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
153	15.08	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
228	15.03	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
253	14.99	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
256	14.97	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
186	14.81	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
189	14.80	STUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
142	14.78	STUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
61	14.75	TUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
121	14.65	TUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
162	14.64	TUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
192	14.46	TUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
74	14.40	TUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
9	14.24	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
24	13.96	VWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
6	13.88	VWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
62	13.74	VWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
219	13.67	VWXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
7	13.62	WXYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
157	13.59	XYZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
188	13.42	YZ123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
245	13.32	Z123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
22	13.23	Z123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
180	13.19	123456789.+*/#%&^[]:~?!=#
255	13.11	23456789.+*/#%&^[]:~?!=#
224	13.04	3456789.+*/#%&^[]:~?!=#
165	12.92	456789.+*/#%&^[]:~?!=#
229	12.87	56789.+*/#%&^[]:~?!=#

191	12.78	6789.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
190	12.75	6789.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
168	12.72	6789.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
106	12.64	789.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
252	12.63	789.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
214	12.61	789.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
100	12.58	789.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
70	12.50	89.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
203	12.48	89.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
211	12.47	9.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
72	12.42	9.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
55	12.32	.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
45	12.31	.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
209	11.99	.+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
107	11.79	+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
151	11.77	+*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
215	11.56	-*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
241	11.51	-*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
104	11.45	*/#\$\$%^[]: @;_?!=#
175	11.43	/#\$\$%^[]: @;_?!=#
98	11.24	#\$\$%^[]: @;_?!=#
37	10.71	\$\$%^[]: @;_?!=#
140	10.58	\$\$%^[]: @;_?!=#
88	10.51	\$\$%^[]: @;_?!=#
53	10.22	%&^[]: @;_?!=#
148	9.99	&^[]: @;_?!=#
240	9.92	&^[]: @;_?!=#
69	9.91	&^[]: @;_?!=#
129	9.54	^[]: @;_?!=#
210	8.93	[]: @;_?!=#
230	8.73]: @;_?!=#
172	8.71]: @;_?!=#
126	8.69]: @;_?!=#
42	8.67	: @;_?!=#
30	8.63	: @;_?!=#
156	8.31	@;_?!=#

174	7.97	;_?!=#
242	7.80	_?!=#
221	7.52	?!=#
246	7.52	?!=#
225	7.42	!=#
247	7.34	=#
251	6.88	#
164	6.33	
94	6.31	
115	6.25	
75	6.16	
27	6.12	
204	5.74	
113	5.36	
184	5.33	
66	5.30	
250	5.24	
49	4.89	
81	4.41	
149	4.38	
39	4.03	
52	3.77	
232	3.55	
114	3.49	
155	3.41	
120	2.80	
206	2.47	
138	2.08	
249	2.07	
125	1.51	
169	1.36	

Misma letra en columna grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%.

4.2.9. Tamaño de grano expandido

El análisis de varianza de la (tabla 28) muestra la existencia de diferencias altamente significativas entre los genotipos con respecto a la característica de tamaño de grano

expandido. El coeficiente de variabilidad es de 14.1 % es un valor intermedio el cual es apto (Calzada, 1982).

Conforme al test de Mínima Diferencia de Significación (LSD) con un $\alpha=0.05$, el cual se muestra de la tabla 29, evidencia diferencias estadísticas significativas. Siendo destacado el genotipo 174 respecto a las demás accesiones con un tamaño de expansión de 4.88 cc/roseta; el valor mínimo fue registrado por el genotipo 218 con un valor de 0.52 cc/roseta.

La media del tamaño de grano expandido que tuvo un valor de 1.39 cc/roseta, reveló que 86 genotipos presentan valores sobre la media, mientras que 170 están por debajo de la media.

El tamaño del grano está influenciado por la humedad que posee el grano, reporta Cañizares que a una humedad de 14% genero un tamaño de grano expandido de 4.81cm; mientras que estudios realizados García Pinilla reporta que a una humedad de 9.1% obtuvo el valor de 5.2 cm³ de roseta expandida (Corrêa Cañizares *et al.*, 2020; García-Pinilla *et al.*, 2019).

Estudios realizados muestran que, generalmente a mayor capacidad de expansión de los granos presentan un menor calibre, de manera que la capacidad de expansión está inversamente relacionada con el tamaño del grano; es así que, al incrementar la capacidad de expansión podemos realizar una selección de palomitas de tamaño pequeño (Carpentieri-Pípulo *et al.*, 2002).

La variación genética presenta una correlación negativa respecto a la expansión de granos, la cual se debe a efectos genéticos aditivos, es así que la capacidad de expansión puede ser heredable cuando existe una acumulación de estos genes (Dofing *et al.*, 1991).

Es necesario prestar atención al recipiente donde se reventaran los granos ya que si esta es muy pequeña no permitirá la máxima expansión de las rosetas al encontrarse altamente comprimidas; de igual modo la posición de los granos los que se encuentran al centro generalmente no reciben la misma intensidad de ondas en el microondas pudiendo reducir su capacidad de expansión y tamaño expandido; existen hipótesis respecto al tamaño de los granos expandidos se cree que los granos expandidos multilaterales los más grandes se encuentran en la parte superior del recipiente, los granos expandidos unilateralmente en

algunos casos no logran conformarse multilateralmente por el peso de las rosetas sobre ellas, los granos expandidos bilateralmente se encuentran en la parte central entre ambos (Sweley *et al.*, 2011).

El tamaño de grano expandido tiene una correlación directa al espesor del pericarpio, forma, volumen de grano, cantidad de humedad % del grano, la temperatura óptima para que se produzca el reventado y el contenido de almidón. Dependerá en gran medida del método de estallido que se utiliza y del contenedor si este es amplio permitirá que estos obtengan su mayor potencial.

Tabla 26: Análisis de variancia para tamaño de grano expandido

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr(>F)	Significación
Repetición	1	0.06	0.057	1.49	0.22	
Genotipo	255	156.02	0.612	16.02	<2e-16	***
Fila/Repetición	30	1.45	0.048	1.26	0.17	
Residual	225	8.60	0.038			
Promedio	1.39					
CV (%)	14.1					

Tabla 27: Comparación de medias para tamaño de grano expandido de 256 líneas de maíz morado reventón

Genotipo	Tamaño de grano Expandido	Grupos
174	4.89	a
47	4.03	b
127	3.72	bc
8	3.55	cd
65	3.47	cde
131	3.18	def
33	3.12	ef
249	3.04	f
113	2.53	g

42	2.53	g
93	2.43	gh
107	2.35	ghi
59	2.27	ghij
112	2.25	ghijk
224	2.23	ghijkl
150	2.20	ghijklm
184	2.20	ghijklm
39	2.20	ghijklm
20	2.17	ghijklm
48	2.16	ghijklmn
35	2.13	hijklmno
240	2.12	hijklmnop
64	2.10	hijklmnop
137	2.06	hijklmnopq
149	1.98	ijklmnopqr
181	1.98	ijklmnopqrs
9	1.94	jklmnopqrst
41	1.91	jklmnopqrstu
103	1.89	jklmnopqrstuv
6	1.89	jklmnopqrstuv
22	1.88	jklmnopqrstuv
175	1.87	klmnopqrstuvw
85	1.86	klmnopqrstuvw
52	1.85	lmnopqrstuvwxyz
86	1.83	mnopqrstuvwxyz
230	1.82	mnopqrstuvwxyz
81	1.77	nopqrstuvwxyz
217	1.76	opqrstuvwxyzA
204	1.76	opqrstuvwxyzA
72	1.76	opqrstuvwxyzAB
14	1.73	pqrstuvwxyzABC
115	1.68	qrstuvwxyzABCD
28	1.67	qrstuvwxyzABCDE
3	1.66	qrstuvwxyzABCDEF
138	1.65	qrstuvwxyzABCDEFG

92	1.65	rstuvwxyzABCDEFGH
191	1.65	rstuvwxyzABCDEFGH
114	1.64	rstuvwxyzABCDEFGHI
19	1.62	rstuvwxyzABCDEFGHIJ
49	1.61	rstuvwxyzABCDEFGHIJK
183	1.61	rstuvwxyzABCDEFGHIJKL
108	1.60	rstuvwxyzABCDEFGHIJKLM
203	1.59	stuvwxyzABCDEFGHIJKLMN
104	1.58	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNO
1	1.58	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
206	1.58	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOP
37	1.57	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQ
179	1.56	tuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQR
143	1.56	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
252	1.55	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
188	1.55	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRS
11	1.54	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRST
74	1.52	uvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTU
212	1.51	vwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUV
234	1.51	vwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVW
225	1.50	vwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWX
61	1.49	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXY
177	1.48	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
7	1.48	wxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1
200	1.47	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
109	1.47	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
2	1.47	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12
156	1.47	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123
160	1.46	xyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
126	1.46	yzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
235	1.46	yzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234
146	1.45	yzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345
180	1.43	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
116	1.43	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456
99	1.43	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567
96	1.42	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ12345678

98	1.41	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789
56	1.40	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789
241	1.40	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
151	1.40	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.
101	1.39	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
229	1.39	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+
155	1.38	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+-
53	1.38	zABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*
256	1.38	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/
189	1.37	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
121	1.37	BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
63	1.37	CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
46	1.37	CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
45	1.36	CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#
172	1.35	CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%
124	1.35	CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%
70	1.35	CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%
40	1.35	CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%
153	1.34	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&
82	1.34	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&
161	1.34	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&
102	1.34	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&
79	1.34	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&
251	1.33	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&
199	1.33	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^
17	1.33	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
186	1.33	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
88	1.32	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
67	1.32	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
197	1.32	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
95	1.32	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
51	1.31	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
123	1.31	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
58	1.30	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
136	1.30	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[
60	1.30	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[

4	1.30	DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@
66	1.29	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@
55	1.29	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@
31	1.29	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@
16	1.28	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@
244	1.28	EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;
87	1.28	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;
185	1.28	FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_
134	1.27	GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_
13	1.27	HIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_
44	1.26	HIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_
215	1.26	HIJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_
118	1.25	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?
226	1.25	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?
69	1.25	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?
246	1.25	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?
122	1.25	IJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?
211	1.25	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!
221	1.24	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!
214	1.24	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=
209	1.24	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=
216	1.24	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=
50	1.23	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
210	1.23	JJKLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
15	1.23	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
78	1.22	KLMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
144	1.22	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
238	1.22	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
227	1.22	LMNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
164	1.21	MNOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
248	1.21	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
111	1.21	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
12	1.21	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
253	1.20	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
213	1.20	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#
84	1.20	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[]:@;_?!=#

10	1.20	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
166	1.20	NOPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
119	1.20	NPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
57	1.19	OPQRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
168	1.19	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
54	1.19	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
18	1.19	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
187	1.18	QRSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
208	1.18	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
30	1.18	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
26	1.17	RSTUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
36	1.17	STUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
250	1.17	STUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
25	1.16	TUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
233	1.15	TUVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
75	1.15	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
254	1.14	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
245	1.14	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
38	1.14	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
231	1.14	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
135	1.14	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
236	1.13	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
142	1.13	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
32	1.13	UVWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
232	1.13	VWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
139	1.12	VWXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
129	1.12	WXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
201	1.12	WXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
141	1.12	WXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
255	1.12	WXYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
242	1.11	XYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
196	1.11	XYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
100	1.11	XYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
162	1.11	XYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
5	1.10	XYZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#
68	1.10	YZ123456789.+*/#%&^[:@;_?!=#

202	1.10	YZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
171	1.10	YZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
219	1.10	YZ123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
27	1.10	Z123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
110	1.09	123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
77	1.09	123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
34	1.09	123456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
76	1.09	23456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
140	1.08	23456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
29	1.08	23456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
157	1.08	23456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
91	1.08	3456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
128	1.08	3456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
198	1.08	3456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
173	1.07	456789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
207	1.06	56789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
21	1.06	56789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
154	1.05	6789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
24	1.04	789.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
83	1.03	89.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
169	1.03	89.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
89	1.03	9.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
239	1.02	9.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
125	1.01	.+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
178	1.00	+*/#\$\$%^[:@;_?!=#
71	1.00	-*/#\$\$%^[:@;_?!=#
247	0.98	*/#\$\$%^[:@;_?!=#
165	0.98	/#\$\$%^[:@;_?!=#
176	0.98	#\$\$%^[:@;_?!=#
228	0.98	\$%^[:@;_?!=#
205	0.97	%&^[:@;_?!=#
192	0.97	%&^[:@;_?!=#
106	0.97	%&^[:@;_?!=#
195	0.96	&^[:@;_?!=#
43	0.96	&^[:@;_?!=#
223	0.95	&^[:@;_?!=#

130	0.95	&^[:@;_?!=#
80	0.94	^[:@;_?!=#
163	0.94	^[:@;_?!=#
23	0.94	[:@;_?!=#
117	0.94]:@;_?!=#
243	0.92	:@;_?!=#
159	0.92	:@;_?!=#
148	0.92	@;_?!=#
170	0.89	;_?!=#
167	0.89	_?!=#
193	0.86	?!=#
194	0.86	!=#
105	0.85	=#
120	0.84	#
222	0.84	
97	0.81	
152	0.78	
147	0.78	
237	0.78	
158	0.77	
90	0.77	
94	0.77	
73	0.77	
220	0.77	
62	0.73	
132	0.73	
133	0.70	
145	0.63	
182	0.58	
190	0.54	
218	0.52	

Misma letra en columnas grupos no difieren estadísticamente, Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%.

V. CONCLUSIONES

1. Los caracteres evaluados presentan mucha variabilidad; se registraron plantas con buen vigor, las cuales pueden soportar el proceso de endocría; respecto a días de floración masculina se observó genotipos precoces de 104 días. La pigmentación del pericarpio presentó alta variabilidad, entre las líneas se registraron colores de blanco a morado dando un abanico de matices para seleccionar semillas por color, así mismo el porcentaje de humedad de grano seco se encuentra entre 14.63-10.54% que pertenecen al rango óptimo que propicia la explosión del grano. Las características organolépticas mostraron variabilidad en cuanto a sabores, texturas, olores; las cuales deberían ser catalogadas en un descriptor. En cuanto al rendimiento de grano muestra genotipos que presentan alta productividad, sin embargo, la expansión de grano registró valores bajos de manera que este material requiere mejorarlo. El material genético presenta buenas características tanto agronómicas y de valor agronómico las cuales son excelentes para seguir un proceso de mejoramiento genético.
2. El rendimiento de grano varió de 655.01 a 7164.42 kg/ha, de esta manera se pudo identificar 15 líneas con valores superiores a 4 t/ha, los cuales son comparables con los híbridos comerciales, a pesar de su alto rendimiento no cumplen el requerimiento principal de expansión de roseta. Entre las líneas superiores identificamos tres genotipos 98 con 7164.42 kg/ha, 206 con 6637.57 kg/ha y 104 con 6019.51kg/ha.
3. La capacidad de expansión varió de 0.85 a 9.86 cc/g, de las 256 líneas S₁ evaluadas, se pudo identificar a una línea 109 que presentó el máximo valor correspondiente a la capacidad de expansión con 9.86 cc/g, sin embargo, este valor está muy por debajo de los híbridos comerciales que pueden llegar a 42.1 cc/g, es necesario realizar cruza con material que presente altos valores de capacidad de expansión de grano para aumentar significativamente este valor.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar un tamizaje de los granos que van a ser expandidos para tener granos de tamaños más homogéneos, de manera que tengan igual grado de humedad y almacenarlos en ambientes con humedad menor a 14%.
2. Evaluar los mejores genotipos cómo se comportan y su asociación a la expansión de granos a diferentes grados de humedad.
3. Utilizar un focus group de tamaño medio para poder hacer una mejor evaluación de las características cualitativas como sabor, dureza y calidad.
4. Utilizar una tabla de colores o un colorímetro para poder codificar con precisión los colores del pericarpio del grano.
5. Realizar evaluaciones del contenido de antocianinas en las rosetas de maíz.
6. Seleccionar los mejores genotipos, para la futura conformación de híbridos comerciales que tengan como atributo coloración morada de pericarpio, buen rendimiento de grano acompañado de un volumen de expansión similar a las variedades comerciales.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Babu, R.; Nair, S.; Kumar, A.; Rao, H.; Verma, P.; Gahalain, A.; Singh, I.; and Gupta, H. 2006. Mapping QTLs for popping ability in a popcorn x flint corn cross. Vivekananda Institute of Hill Agriculture (ICAR), 263601, Almora, Uttaranchal, India.
- Bartolo-Pérez, P., Peña, J. L., Cruz-Orea, A., & Calderón, A. (1999). Estudio de la composición química de pericarpio de maíz con las técnicas XPS y EDAX. *Sociedad Mexicana de Ciencias de Superficies y de Vacío*, 8, 64–68.
- Bautista-Ramírez, E., Salinas-Moreno, Y., Santracruz-Varela, A., Córdova-Téllez, L., & Higinio López-Sánchez, S. (2019). Características físicas y químicas de la raza de maíz Palomero Toluqueño. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(2), 441–446.
- Bengosi, F.A.; Akira, M.; Viana, A.; Camargo, H.J.; Sandro, A.; Carlos, M.; Barth, R.J.; Dacal, M. 2015. Herança da capacidade de expansão em quatro cruzamentos de milho pipoca x milho comum. Universidade Estadual de Maringá (UEM), Brasil.
- Birchler J. A., Auger, D. L. & Riddle N. C. 2003. *Plant Cell* 15, 2236–2239.
- Bruce A.B. 1910. The Mendelian theory of heredity and the augmentation of vigor. *Science* 32: 627-628.
- CALZADA, J. B. 1982. “*Métodos estadísticos para la investigación*”. 4ta Edición. Editorial JURIDICA. Lima, Perú.
- Carpentieri-Pípolo, V., Takahashi, H. W., Endo, R. M., Petek, M. R., & Seifert, A. L. (2002). Correlações entre caracteres quantitativos em milho pipoca. *Horticultura Brasileira*, 20(4), 551–554. <https://doi.org/10.1590/s0102-05362002000400008>
- Castellano Hernández, S. (2020). Estudio molecular y microarns del albinismo y la variegación en el cultivo in vitro de agave angustifolia Haw.
- Chandler, V. L., Radicella, J. P., Robbins, T. P., Chen, J., & Turks, D. (1989). Two regulatory genes of the maize anthocyanin pathway are homologous: isolation of

- B utilizing R genomic sequences. *The Plant Cell*, 1(12), 1175–1183. <https://doi.org/10.1105/tpc.1.12.1175>
- Collins G.N. 1921. Dominance and vigor of first-generation hybrids. *Am. Nat.* 55: 116-133.
- Corrêa Cañizares, L. da C., da SilvaTimm, N., Hirsch Ramos, A., Passos Neutzling, H., Dietrich Ferreira, C., & de Oliveira, M. (2020). Effects of moisture content and expansion method on the technological and sensory properties of white popcorn. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100282>
- Crow J. F. 1948. *Genetics* 33, 477–487.
- Daros, M., Amaral Júnior, A. T. do, Pereira, M. G., Santos, F. S., Scapim, C. A., Freitas Júnior, S. de P., Daher, R. F., & Ávila, M. R. (2004). *Correlações entre caracteres agrônômicos em dois ciclos de seleção recorrente em milho-pipoca*. *Ciência Rural*, 34(5), 1389–1394. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782004000500010>
- Darwin C. 1876. *The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom* (Murry, London)
- De Bernardi, L. A. (2018). *PERFIL DEL MAÍZ PISINGALLO (Zea mays L. var. everta)*. De la O-Olán, M., Santacruz-Varela, A., Sangerman-Jarquín, D. Ma., Gámez-Vázquez, A. J., Arellano-Vázquez, J. L., Valadez-Bustos, Ma. G., & Avila Perches, M. A. (2018). Estandarización del método de reventado para la evaluación experimental del maíz palomero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(7), 1471–1471. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i7.1675>
- Dofing, S. M., D’Croz-Mason, N., & Thomas-Compton, M. A. (1991). Inheritance of Expansion Volume and Yield in Two Popcorn × Dent Corn Crosses. *Crop Science*, 31(3), 715–718. <https://doi.org/10.2135/cropsci1991.0011183x003100030035x>
- Duvick D. N. 2001. *Nat. Rev. Genet.* 2, 69–74.
- Espinosa Trujillo, E., Gámez Vázquez, A., Dorantes González, J., Avila Perches, M., Castro Montes, I., Carlos, N. Colin., Hernández Caldera, R., & Gamez Vasquez, F. (2012). *Bioquímica y Genética de las Antocianinas del Grano de* (1st ed.). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

- FREIRE, A. I. (2015). *AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE EXPANSÃO DE MILHO-PIPOCA PELAS TÉCNICAS DE ESPECTROMETRIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MICROSCOPIA ELETRÔNICA*. Universidad Federal De Lavras.
- Freire, A. I., de Melo Castro, E., Castro, E. de M., Mota Pereira, A., Renata Ranielly, P. C., Bittencourt Machadode Souza, F., Teixeira Chagas, W. F., & Candido de Souza, J. (2020). Amylose content and micromorphology of popcorn progenies with different popping expansion volumes. *Ciencia Rural*, 50(2). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180962>
- García-Pinilla, S., Gutiérrez-López, G. F., Hernández-Sánchez, H., Cáez-Ramírez, G., García-Armenta, E., & Alamilla-Beltrán, L. (2019). Quality parameters and morphometric characterization of hot-air popcorn as related to moisture content. *Drying Technology*, 7–14. <https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1695626>
- Gökmen, S. (2004). Effects of moisture content and popping method on popping characteristics of popcorn. *Journal Of Food Engineering*, 65, 357–362. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.01.034>
- Guillén-Sánchez, J., Mori-Arismendi, S., & Paucar-Menacho, L. M. (2014). Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. subnigroviolaceo. *Scientia Agropecuaria*, 5(4), 211-217.
- Gutiérrez Hernández, G. F., Arellano Vázquez, L., Jiménez Durán, K., García Ramírez, E., & Flores Gómez, E. (2020). *Relaciones genealógicas y morfometría del pericarpio en maíces con calidad de proteína*. IDESIA, 2, 87–93.
- Hagiwara A., Miyashita K., Nakinishi T., Sano M., Tamano S., Kadota T., Koda T., Nakamura M., Imaida K., Ito N., Shirai T. 2001. Pronounced inhibition by a natural anthocyanin, purple corn color, of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b] pyridine (PhIP)-associated colorectal carcinogenesis in 70 male F344 rats pretreated with 1,2-dimethylhydrazine. *Cancer Letters*. 171 (1):17-25.
- Hayes H. K. 1963. *A Professor's Story of Hybrid Corn*. Burgess Publishing, Minneapolis, MN
- IBPGR. (1991). Descriptores para Maíz. In *International Maize and Wheat Improvement Center*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- JOHANNSEN, WILHELM (1903) *Über Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien*. Jena, Gustav Fischer.
- Jones D.F. 1917. Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis. *Genetics* 2: 466-479.
- Karababa, E. (2006). Physical properties of popcorn kernels. *Journal of Food Engineering*, 72(1), 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.11.028>
- Keeble F. & Pellew C. 1910. The mode of inheritance of stature and of time of flowering in peas (*Pisum sativum*). *J. Genet* 1: 47-56.
- Matz, S. A. (1984). Snacks Based on Popcorn. *Snack Food Technology*, 138–139. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-010-9778-9_12
- Mendoza-Mendoza, G., Mendoza-Castillo, Ma. del C., Delgado-Alvarado, A., Castillo-González, F., Kato-Yamakake, T. Á., & Cruz-Izquierdo, S. (2017). TOTAL ANTHOCYANINS AND COLOR PARAMETERS IN PURPLE CORN INBRED LINES. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(4), 471–479.
- MINAM. (2018). *Línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad*.
- Miranda GV, Souza LV, Galvão JCC, Guimarães LJM, Melo AV and Dos Santos IC (2008) Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. *Euphytica* 162: 431-440.
- Miranda, G. V., De Souza, L. V., Galvão, J. C. C., Guimarães, L. J. M., De Melo, A. V., &
- Dos Santos, I. C. (2008). Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. *Euphytica*, 162(3), 431-440.
- Nazar, M. C., Larovere, L., Biasutti, C. A., & Peiretti, D. (1994). Mejoramiento del maíz pisingallo (*Zea mays* L.) para el semiárido de Córdoba, Argentina. Análisis dialélico entre poblaciones de pisingallo y colorado duro. *Agriscientia*, 11.
- Paliwal, R. (2001). EL MAÍZ EN LOS TRÓPICOS: Mejoramiento y producción. *Fao*, 392. <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm>
- Paraginski, R. T., de Souza, N. L., Alves, G. H., Ziegler, V., de Oliveira, M., & Elias, M. C. (2016). Sensory and nutritional evaluation of popcorn kernels with yellow, white and red pericarps expanded in different ways. *Journal of Cereal Science*, 69, 383–391. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.013>

- Parsons, L., Rodriguez, O., & Holding, D. R. (2021). Improved taste and texture in novel popcorn varieties compared to conventional lines. *Journal of Sensory Studies*, 36(5), 4–13. <https://doi.org/10.1111/joss.12687>
- Pereira, M. G., & Amaral Júnior, A. T. (2001). Estimation of Genetic Components in Popcorn Based on the Nested Design. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 1(1), 3–10. <https://doi.org/10.13082/1984-7033.v01n01a01>.
- Pereira, R., Davide, L., Pedrozo, C., Carneiro, N., Souza, I., & Paiva, E. (2008). Relationship between structural and biochemical characteristics and texture of corn grains. *Genetics and Molecular Research*, 7(2), 498–508. www.funpecrp.com.br
- Pimentel, F. 1985. *Curso de estatística experimental*. Livraria Nobel S.A., São Paulo, Brasil.
- Pordesimo, LO; Anantheswaran, RC; Fleishmann, AM; Lin, YE; Hanna, MA Propiedades físicas como indicadores de las características de las palomitas de microondas. *J.Food Sci.* 1990,55, 1352-1355.
- Poehlman, J. M. (1995). *Breeding Field Crops* (4th ed.)
- Racchi M.L., G.A. Gavazzi. 1989. Light and germination as promoters of pigment accumulation in maize seed tissues: Role of r-ch: Hopi. En: *The Genetics of Flavonoids*. Eds: D. Styles, G. Gavazzi, M. Racchi. Pp: 123-132. Edizioni Unicopli. Milán, Italia.
- RAE. (2019). *albino, albina* / *Definición* / *Diccionario de la lengua española* / RAE - ASALE. <https://dle.rae.es/albino>
- Rangel, R. M., do Amaral Júnior, A. T., Viana, A. P., Júnior, S. D. P. F., & Pereira, M. G. (2007). Prediction of popcorn hybrid and composite means. *Crop breeding and applied biotechnology*, 7(3).
- Reddy G. M. 1989. Gene action studies in biosynthesis of flavonoids and related pigments in Maize. En: *The Genetics of Flavonoids*. Eds: D. Styles, Gavazzi, M. Racchi. p: 133-137. Edizioni Unicopli. Milán, Italia.
- REDDY GM, COE EH Jr. Inter-tissue complementation: a simple technique for direct analysis of gene-action sequence. *Science*. 1962 oct 12;138(3537):149-50. PubMed PMID: 14490922.
- Richey F.D. 1942 Mock-dominance and hybrid vigor. *Science* 96: 280-281.
- Rooney, L.W. & Serna-Saldívar, S.O. 1987. Food uses of whole corn and dry-milled fractions. In S.A. Watson & P.R. Ramstad, eds. *Corn: chemistry and technology*, p. 399-430. St Paul, MN, USA, American Association of cereal Chemists.
- Rossato Junior, J. A. D. S., Cazetta, D. A., Barbosa, J. C., & Fornasieri Filho, D. (2013).

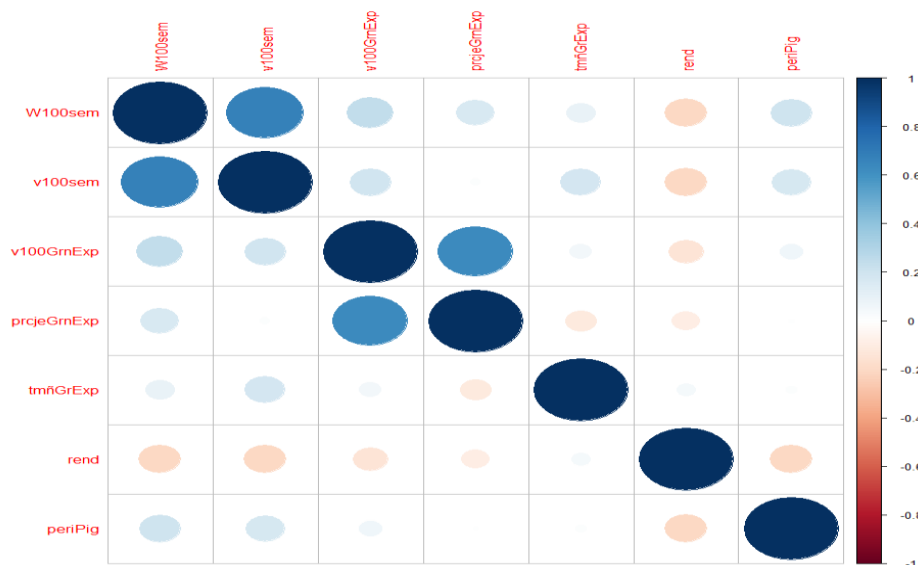
- Popping expansion and yield responses of popcorn cultivars under different row spacings and plant populations. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(12), 1538-1545.
- Salhuana, W. (2004). Diversidad y descripción de las razas de maíz del Perú. *Programa Cooperativo de Investigaciones En Maíz (PCIM)*, 35.
- Salinas, Y., Arellano, J. L., & Martínez, F. (1992). Propiedades físicas, químicas y correlaciones de maíces híbridos precoces para valles altos. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 42(2), 161–167.
- Salinas-Moreno, Y., García-Salinas, C., Ramírez-Díaz, J. L., & Alemán-de la Torre, I. (2017). Phenolic Compounds in Maize Grains and Its Nixtamalized Products. In *Phenolic Compounds - Natural Sources, Importance and Applications*. InTech. <https://doi.org/10.5772/66893>
- Sanchez, A. N. A. M., Azcarate, F. M., Arqueros, L., & Peco, B. (2002). Volumen y dimensiones como predictores del peso de semilla de especies herbáceas del centro de la Península Ibérica. *Anales Jard.Bot.Madrid*, 249–262.
- Sawazaki, E. (2008). MILHO PIPOCA. *Instituto Agronômico de Campinas*, 10.
- Scapim, C. A., Braccini, A. de L. e, Pinto, R. J. B., Amaral Júnior, A. T. do, Rodovalho, M. de A., Silva, R. M. da, & Moterle, L. M. (2006). Componentes genéticos de médias e depressão por endogamia em populações de milho-pipoca. *Ciência Rural*, 36(1), 36–41. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782006000100006>
- Schnell, F.W.; Cockerham, C. 1992 *Multiplicative vs. arbitrary gene action in heterosis*. *Genetics* 131: 461-469.
- Schwarz-Sommer, Z., Saedler, H., Bernhardt, J., Stich, K., & Wienand, U. (1998). Molecular analysis of a second functional A1 gene (dihydroflavonol 4-reductase) in *Zea mays*. *The Plant Journal*, 14(4), 483–488.
- Seijas Bernabé, P. A. (2010). *EFEECTO FOTOPROTECTOR DEL EXTRACTO ANTOCIÁNICO DE Zea mays VAR canteño “MAÍZ MORADO” EN PIEL DE Mus musculus var. Balb/c ANTE EL FOTODAÑO AGUDO, SUBAGUDO Y FOTOENVEJECIMIENTO INDUCIDO POR RADIACIÓN UV-C*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Seijas-Velásquez, S., Seijas-Bernabé, P. A., & Seijas-Bernabé, N. S. (2011). Escalamiento del equipo para producción de extracto antocianico y almidón de *Zea mays* “maíz morado” e Ipomoea batatas “camote morado” optimizando parámetros de proceso. In *Artículo Original SCIENDO* (Vol. 14, Issue 2).
- Sevilla R. 1993. *Mejoramiento genético del maíz en la Sierra del Perú*. En: *Actas de*

- las Sesiones de Avances de Investigación. ANCYT. Tomo 1, N° 1. Marzo, 1993. Lima, Perú.*
- Shin, Y. H., Yang, R., Shi, Y. L., Li, X. M., Fu, Q. Y., Lu, J. L., Ye, J. H., Wang, K. R., Ma, S. C., Zheng, X. Q., & Liang, Y. R. (2018). Light-sensitive albino tea plants and their characterization. *HortScience*, 53(2), 144–147. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12633-17>
- Shindo, M., Kasai, T., Abe, A., & Kondo, Y. (2007). *Effects of dietary administration of plant-derived anthocyanin-rich colors to spontaneously hypertensive rats.* Journal of nutritional science and vitaminology, 53(1), 90-93.
- Shull G. H. 1952. Beginnings of the heterosis concept. In Heterosis, J.W. Gowen (ed.), pp. 14–48. Iowa State University. Press, Ames, IA.
- SUNAT. (2021). *Maiz Reventon Pop Corn Perú Importación 2020 - Agrodataperu.AGRODATAPERÚ.* <https://www.agrodataperu.com/2021/02/maiz-reventon-pop-corn-peru-importacion-2020.html>
- Suriano, S., Balconi, C., Valoti, P., & Redaelli, R. (2021). Comparison of total polyphenols, profile anthocyanins, color analysis, carotenoids and tocopherols in pigmented maize. *LWT*, 144, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111257>
- Sweley, J. C., Rose, D. J., & Jackson, D. S. (2011). Composition and sensory evaluation of popcorn flake polymorphisms for a select butterfly-type hybrid. *Cereal Chemistry*, 88(3), 321–327. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-09-10-0129>
- Sweley, J. C., Rose, D. J., & Jackson, D. S. (2014). Quality Traits and Popping Performance Considerations for Popcorn (*Zea mays* Everta). *Food Reviews International*, 29(2), 157–177. <https://doi.org/10.1080/87559129.2012.714435>
- Tsuda, T., Horio, F., Uchida, K., Aoki, H., & Osawa, T. (2003). *Dietary cyanidin 3-O-β-D-glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice.* The Journal of nutrition, 133(7), 2125-2130.
- Valadez-Gutiérrez, J., Gómez-Montiel, N. O., Preciado-Ortíz, R. E., Reyes-Méndez, C. A., & Peña-Ramos, A. (2018). V460P, variedad de maíz palomero para la región de Las Huastecas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7, 1303–1308. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i7.1112>

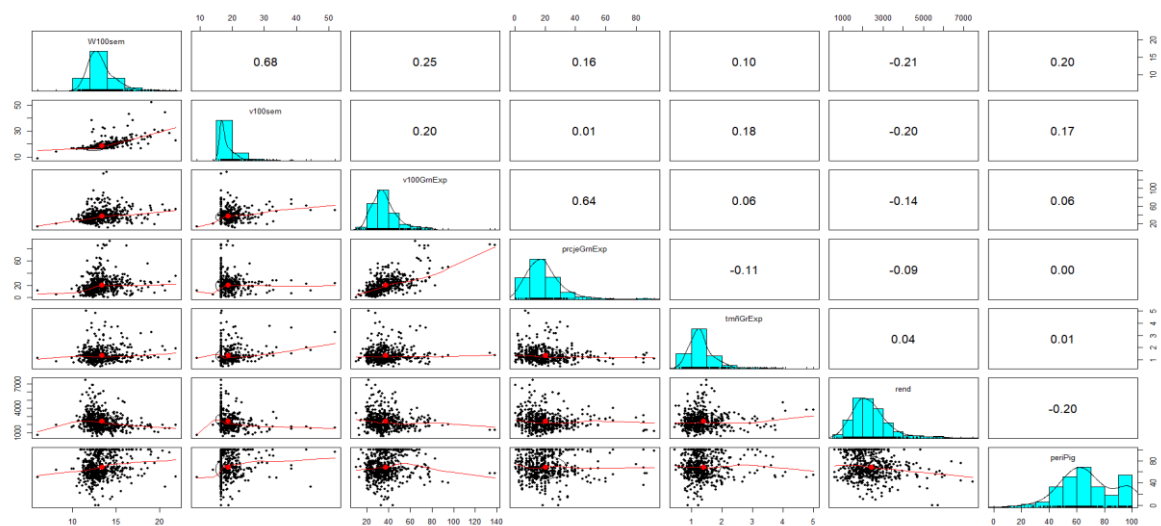
- Van der Sman, R. G. M., & Bows, J. R. (2017). Critical factors in microwave expansion of starchy snacks. *Journal of Food Engineering*, 211, 69–84. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.05.001>
- Villanueva Flores, R. (2008). El maíz reventador como alternativa industrial. *Ingeniería Industrial*, 26, 113–124.
- Watson, S.A. 1988. Corn marketing, processing, and utilization. In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. *Corn and corn improvement*, p. 882-940. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.
- Wallace H. A. & Brown W. 1956. *Corn and its early fathers*. Michigan St. University Press, East Lansing, MI.
- Ziegler, K. E., Ashman, R. B., White, G. M, and Wysong, D. B., *Popcorn production and marketing*, Cooperative Extension Service, Purdue University, West Lafayette, IN, a publication of the National Corn Handbook Project NCH-5, 1984.

VIII. ANEXOS

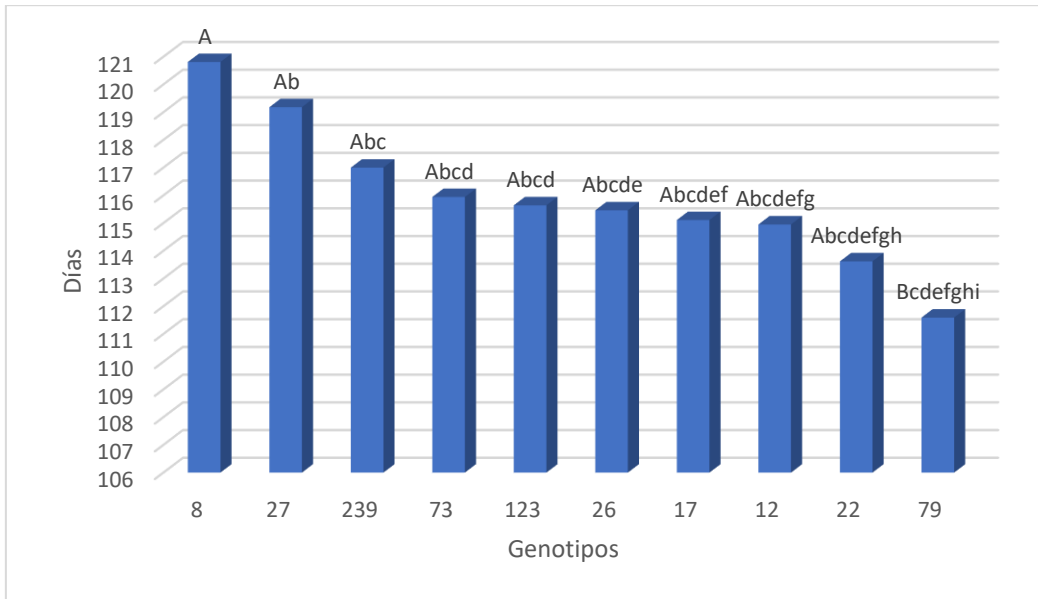
Anexo 1: Correlaciones de caracteres de valor agronómico en un mapa de calor



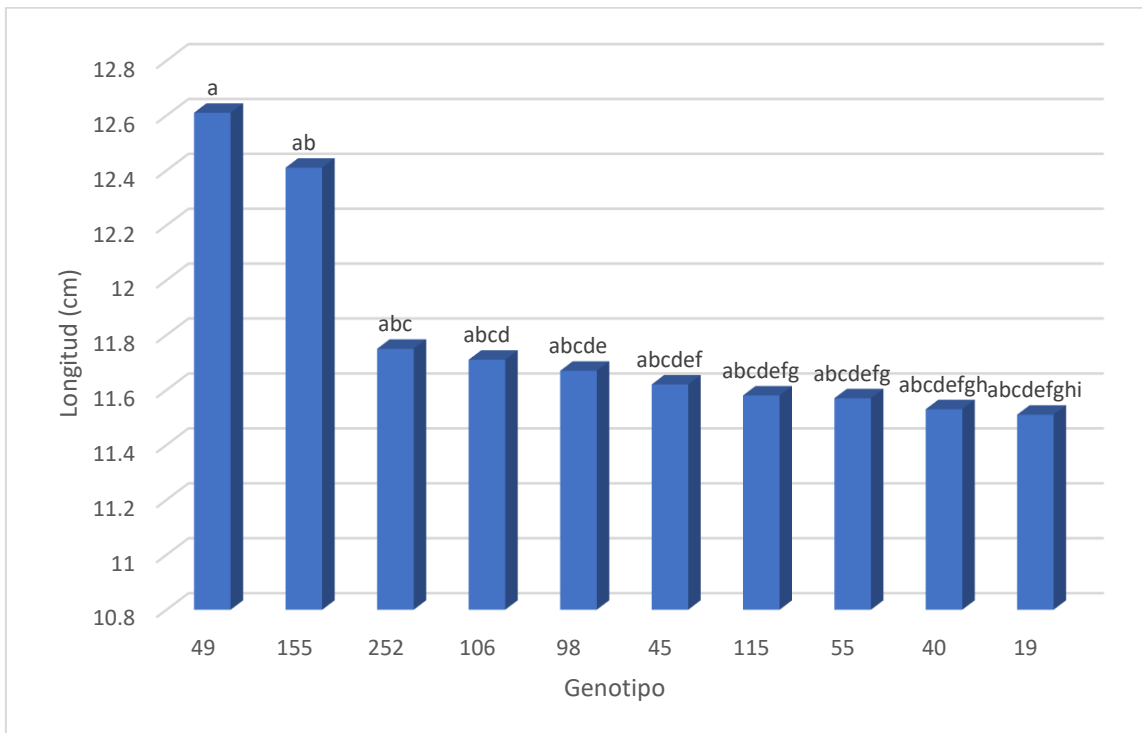
Anexo 2: Correlaciones de las características de valor



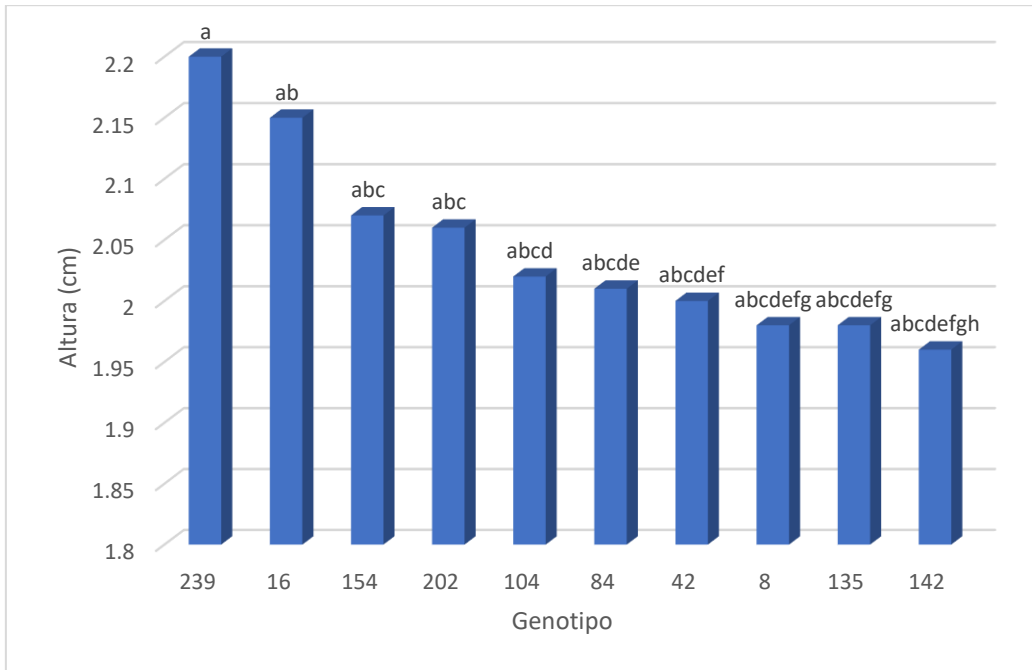
Anexo 3: Días de floración en los 10 genotipos más tardíos



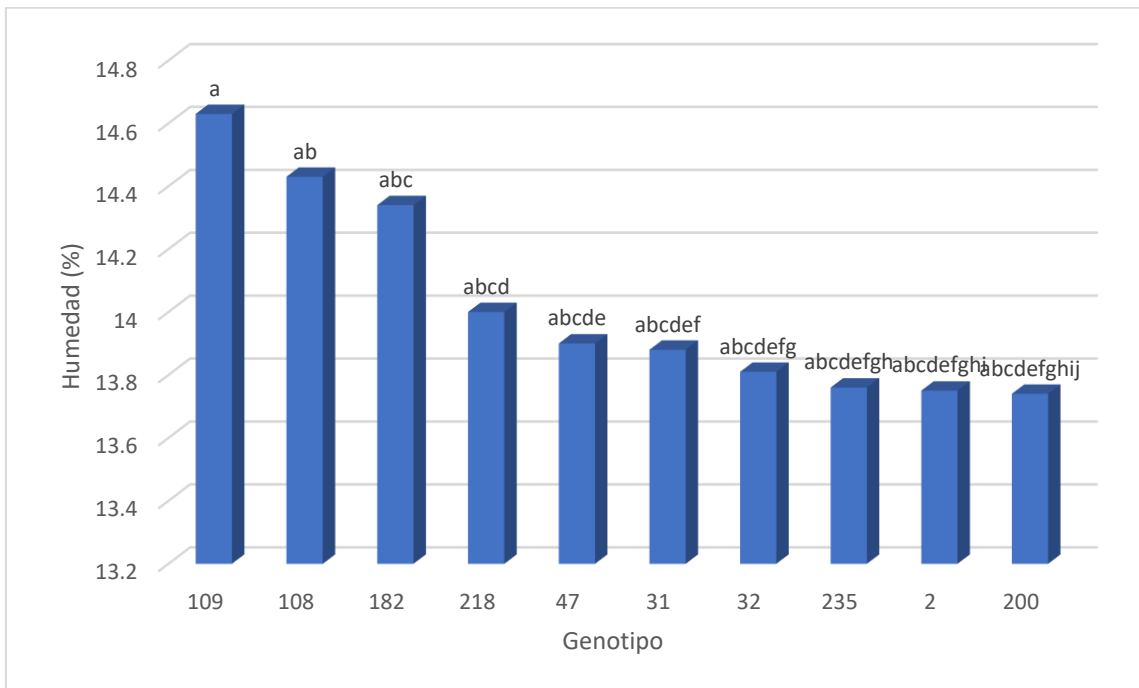
Anexo 4: Longitud de mazorca de los 10 genotipos superiores



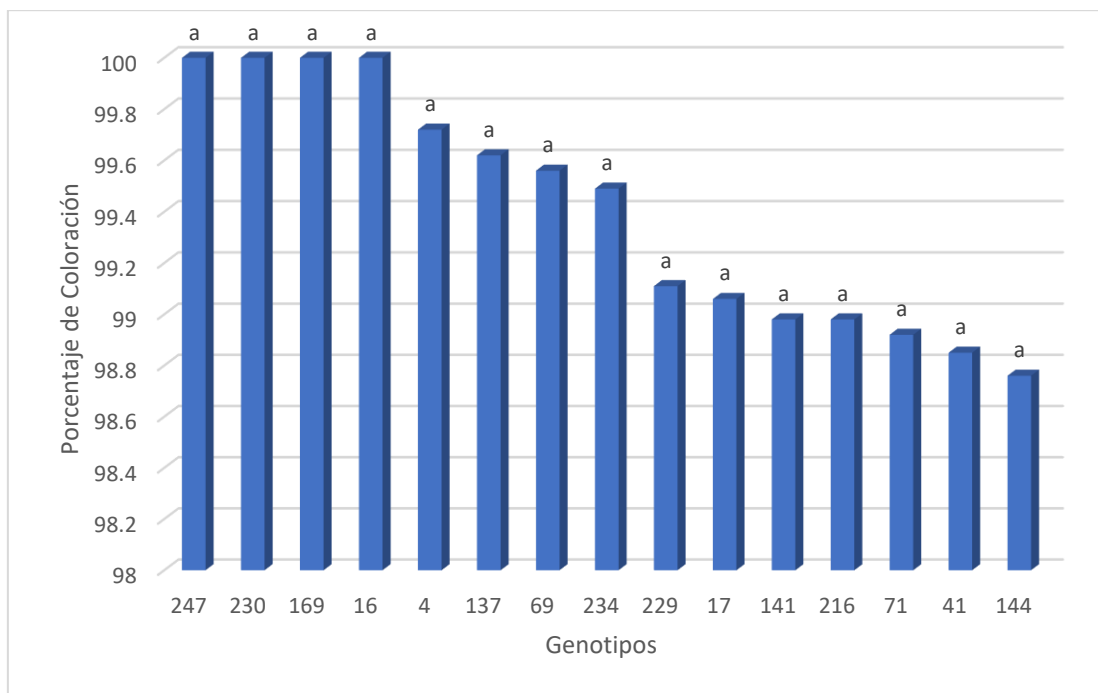
Anexo 5: Altura de planta para los 10 genotipos superiores



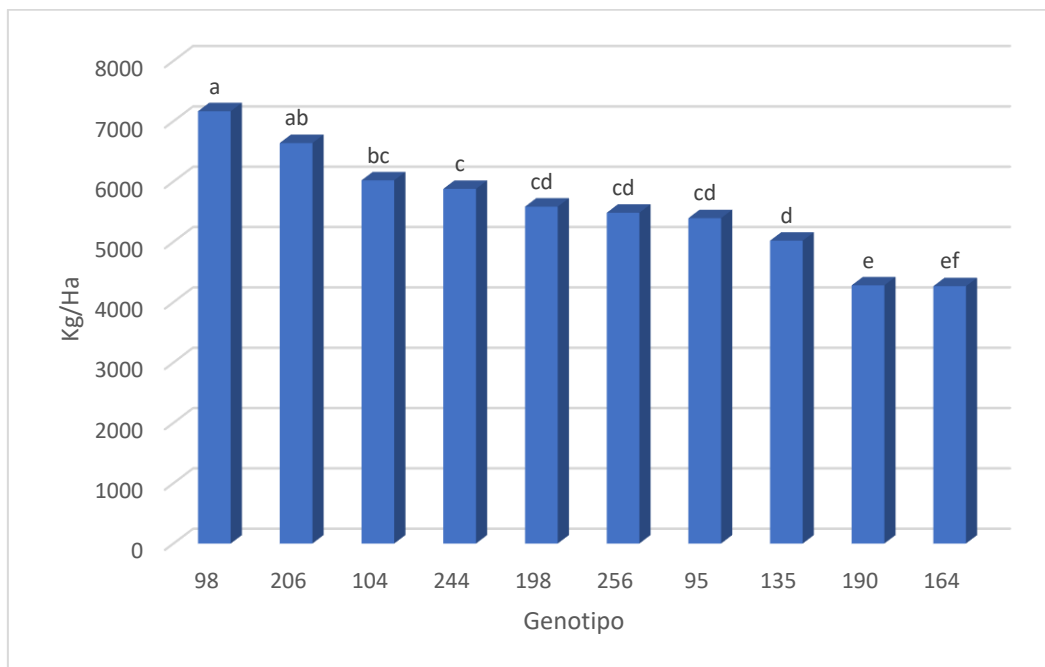
Anexo 6: Genotipos con mayor contenido de humedad



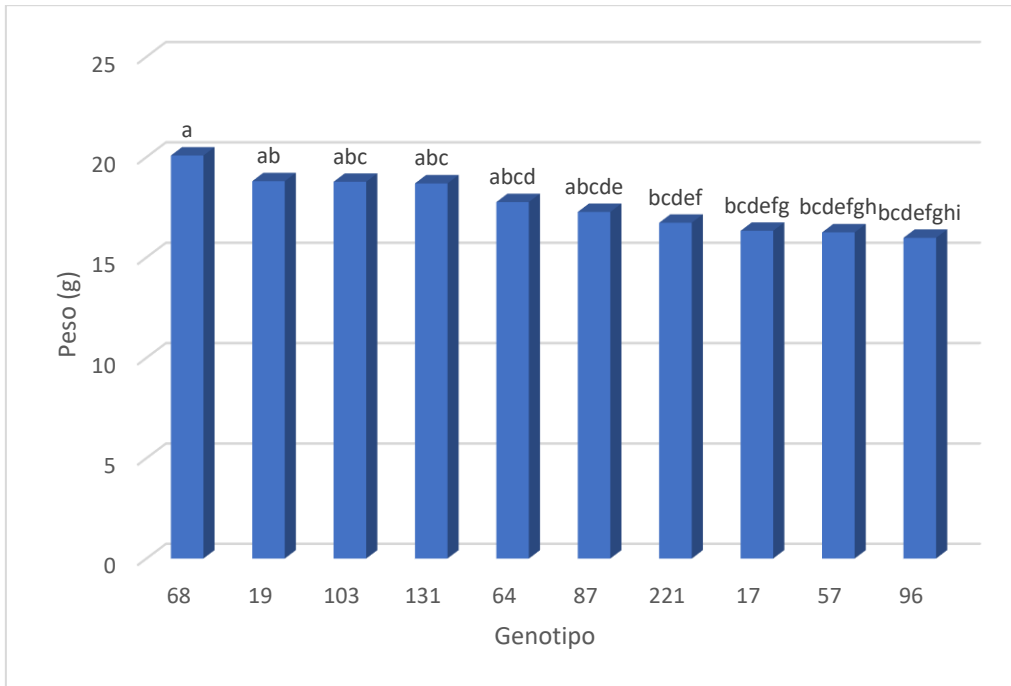
Anexo 7: Genotipos con pigmentación morada del pericarpio



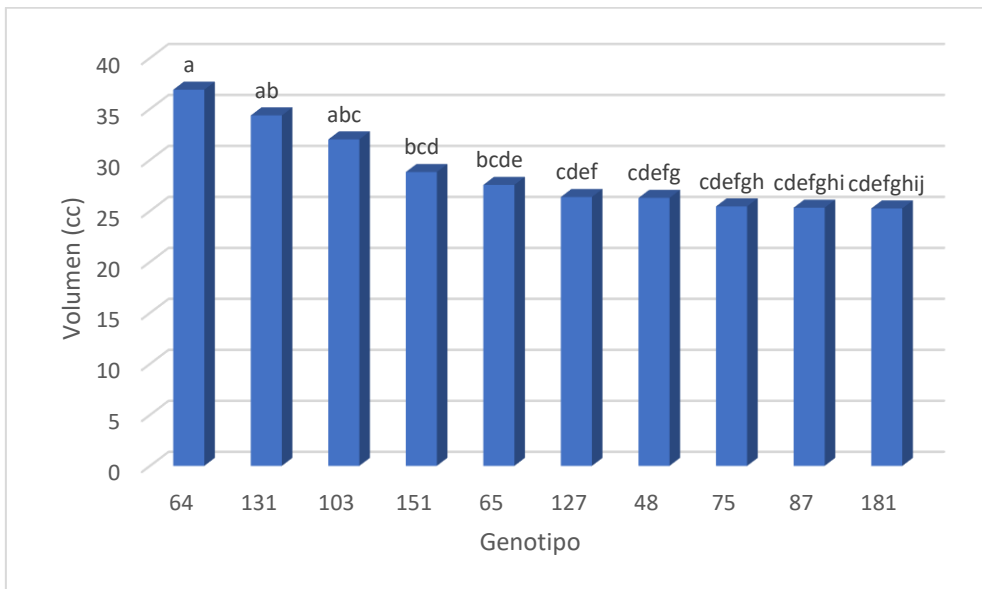
Anexo 8: Genotipos con mayor rendimiento de grano



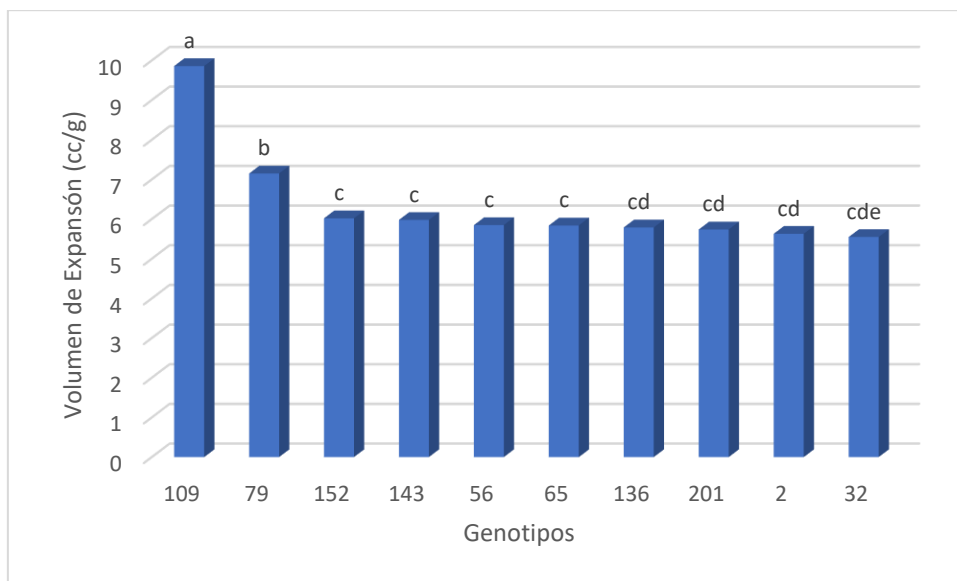
Anexo 9: Genotipos con mayor peso de 100 granos



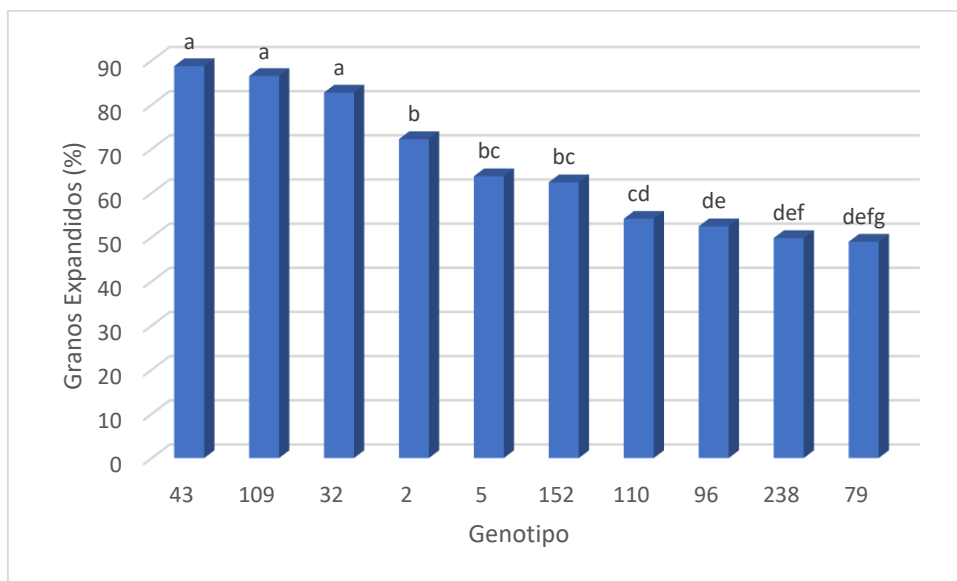
Anexo 10: Genotipos que presentan mayor volumen de 100 granos



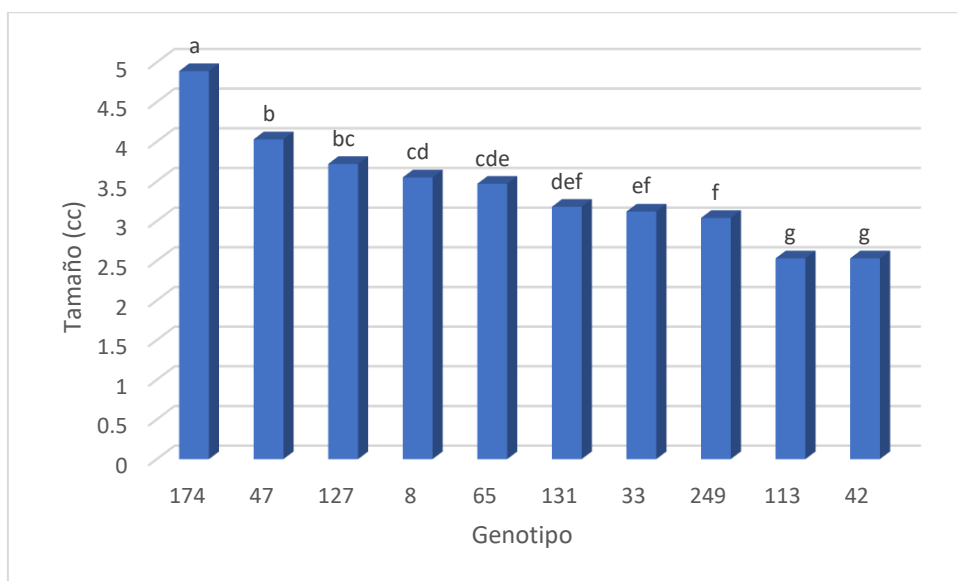
Anexo 11: Genotipos que presentan mayor volumen de expansión en 100 granos



Anexo 12: Genotipos con el mayor porcentaje de granos expandidos



Anexo 13: Genotipos que presentan mayor tamaño de grano expandido



Anexo 14: Tabla de correlaciones entre las características de valor agronómico

	W100sem	v100sem	v100GrnExp	prcjeGrnExp	tmñGrExp	rend	periPig
W100sem	1	0.677	0.247	0.165	0.098	-0.208	0.201
v100sem	0.677	1	0.197	0.012	0.182	-0.201	0.175
v100GrnExp	0.247	0.197	1	0.638	0.056	-0.14	0.061
prcjeGrnExp	0.165	0.012	0.638	1	-0.113	-0.093	0.002
tmñGrExp	0.098	0.182	0.056	-0.113	1	0.044	0.013
rend	-0.208	-0.201	-0.14	-0.093	0.044	1	-0.204
periPig	0.201	0.175	0.061	0.002	0.013	-0.204	1

Anexo 15: Líneas superiores para caracteres de valor

Característica agronómica de Valor	Genotipo	Característica agronómica de Valor	Genotipo	Característica agronómica de Valor	Genotipo	Característica agronómica de Valor	Genotipo	Característica agronómica de Valor	Genotipo
Pericarpio Pigmentado	247	Rendimiento de grano en Kg/ha	98	Volumen de 100 granos Expandidos	109	Dureza	196	Tamaño de Grano Expandido	174
	230		206		79		241		47
	169		104		152		193		127
	16		244		143		175		8
	4		198		56		74		65
	137		256		65		235		131
	69		95		136		55		33
	234		135		201		131		249
	229		190		2		48		113
17	164	32	47	42					
Sabor	167	Peso de 100 granos	68	Volumen de 100 semillas	64	Porcentaje de granos Expandidos	43		
	19		19		131		109		
	104		103		103		32		
	32		131		151		2		
	110		64		65		5		
	207		87		127		152		
	62		221		48		110		
	105		17		75		96		
	235		57		87		238		
108	96	181	79						

Anexo 16: Tabla resumen de caracteres agronómicos

Fuente de variación	GL	Días a floración masculina	Altura de planta	Longitud de mazorca
Repetición	1	6.85E-11 ***	1.03E-14 ***	0.1
Genotipo	255	3.99E-13 ***	2.67E-11 ***	8.09E-06 ***
Fila/Repetición	30	0.21	0.06	0.32
CV(%)		3.8	11.1	11

Diferencia Mínima Significativa (DLS) al 5%.

Anexo 17: Tabla resumen de caracteres agronómicos de valor

Fuente de variación	GL	Pigmentación del pericarpio	Rendimiento de grano	Peso de 100 granos	Volumen de 100 granos	Volumen de 100 granos expandidos	Porcentaje de granos expandidos	Tamaño de grano expandido
Repetición	1	0.42	0.19	0.29	0.08	0.15	0.5	0.22
Genotipo	255	<2E-16 ***	<2E-16 ***	5.98E-09 ***	0.02 *	<2E-16 ***	<2E-16 ***	<2E-16 ***
Fila/Repetición	30	0.9	0.31	0.06	0.47	0.25	0.63	0.17
CV(%)		5	13.4	10.5	19.1	13.4	25	14.1