

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Evaluación de 25 cruzas (F1`s) entre diferentes poblaciones de
maíz morado (*Zea mays L.*) en Puembo – Pichincha**

Alfredo José Burneo Cordovez

Ingeniería en Agroempresas

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero en Agroempresas

Quito, 18 de mayo de 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Evaluación de 25 cruzas (F1`s) entre diferentes poblaciones de
maíz morado (*Zea mays l.*) en Puembo – Pichincha**

Alfredo José Burneo Cordovez

Nombre del profesor, Título académico

Mario Caviedes, PhD

Quito, 18 de mayo de 2020

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Alfredo José Burneo Cordovez

Código: 00124638

Cédula de identidad: 1715783633

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2020

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

La investigación para generar nuevas variedades de maíz morado en el Ecuador, no ha sido priorizada, por lo tanto, es importante desarrollar cultivares de buen rendimiento, resistentes a plagas y enfermedades y adaptables a varios ambientes de la sierra, para que así exista mayor accesibilidad a la semilla de estos materiales y lograr una mayor motivación para su siembra por los agricultores. Este tipo de maíz tiene la característica de poseer compuestos bioactivos como polifenoles, flavonoides y antocianinas con propiedades funcionales muy importantes para la salud humana. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características agronómicas y el contenido de antocianinas de 25 cruza F1 de maíz morado, provenientes de tres poblaciones. El experimento se llevó a cabo en Puenbo, Pichincha, Ecuador, bajo un diseño de bloques completos al azar, con 2 repeticiones y 25 tratamientos (cruzas). Se evaluaron 9 variables agronómicas y el contenido de antocianinas, durante el ciclo del cultivo. Se realizó un análisis de la variancia para cada una de las variables, y una prueba de significación estadística de Tukey para determinar diferencias entre medias de tratamientos.

En las variables porcentaje de germinación, diámetro de la mazorca, largo de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera no se encontró diferencia estadística significativa. En las variables: días a floración femenina (media: 97.62 días), altura de planta (media: 2.53 m) y mazorca (media: 1.46 m), rendimiento (media: 4.14 t/ha) y contenido de antocianinas (media: 67.2 mg/100g), se encontró diferencia estadística significativa. Con los resultados obtenidos se seleccionaron las mejores 10 cruza según sus características agronómicas y el contenido de antocianinas. Con base en estos resultados, se pretende desarrollar una variedad de maíz morado de buenas características agronómicas, altos contenidos de antocianinas y con buena adaptación a las condiciones ambientales de la sierra ecuatoriana.

Palabras clave: Antocianinas, compuestos bioactivos, F1's, Maíz morado, rendimiento.

ABSTRACT

Research to generate new varieties of purple corn in Ecuador has not been prioritized, therefore, it is important to develop cultivars of good performance, resistant to pests and diseases and adaptable to various environments in the mountains, so that there is greater accessibility to the seed of these materials and achieve greater motivation planting by farmers. This type of corn has the characteristic of possessing bioactive compounds such as polyphenols, flavonoids and anthocyanins with very important functional properties for human health. The objective of this work was to evaluate the agronomic characteristics and the anthocyanin content of 25 F1 purple corn crosses, from three populations.

The experiment was carried out in Puenbo, Pichincha, Ecuador, under a randomized complete block design, with 2 replications and 25 treatments (crosses). 9 agronomic variables and anthocyanin content were evaluated during the culture cycle. An analysis of variance was performed for each of the variables, and a Tukey statistical significance test was performed to determine differences between treatment means.

No significant statistical difference was found in the variables germination percentage, ear diameter, ear length, number of rows per ear and number of grains per row. In the variables: days to female flowering (mean: 97.62 days), plant height (mean: 2.53 m) and ear (mean: 1.46 m), yield (mean: 4.14 t / ha) and anthocyanin content (mean: 67.2 mg / 100g), significant statistical difference was found. With the results obtained, the best 10 crosses were selected according to their agronomic characteristics and anthocyanin content. Based on these results, the aim is to develop a variety of purple maize with good agronomic characteristics, high anthocyanin contents and with good adaptation to conditions. of the Ecuadorian highlands.

Key words: Anthocyanins, bioactive compounds, F1's, purple corn, yield.

TABLA DE CONTENIDO

<i>Capítulo I: Introducción</i>	11
1.1 Antecedentes	11
1.2 Justificación.....	13
<i>Capítulo II: Marco Teórico</i>	15
2.1 Fisiología de la planta.....	15
2.2 Maíz morado	16
2.3 Propiedades funcionales del maíz morado	16
<i>Capítulo III: Objetivos e hipótesis</i>	17
3.1 Objetivo General:	17
3.2 Objetivos específicos:	17
3.3 Hipótesis:	18
<i>Capítulo IV: Materiales y métodos</i>	18
4.1 Localización del experimento	18
4.2 Material biológico	18
4.3 Metodología de Campo.....	18
4.4 Equipos y reactivos de laboratorio	19
4.5 Metodología de laboratorio	20
4.6 Diseño experimental.....	20
<i>Capítulo V: Resultados</i>	21
5.1 Germinación.....	21
5.2 Días a floración femenina	22
5.3 Altura planta	23
5.4 Altura inserción de la mazorca principal:	24
5.5 Rendimiento	25
5.6 Diámetro de la mazorca.....	26
5.7 Largo de la mazorca:	27
5.8 Número de granos por hilera	28
5.9 Número de hileras por mazorca	29
5.10 Contenido de antocianinas	30
<i>Capítulo VI: Discusión</i>	31
6.1 Germinación.....	31
6.2 Días a floración femenina	31

6.3 Altura planta	32
6.4 Altura inserción de la mazorca principal.....	32
6.5 Rendimiento	33
6.6 Diámetro de la mazorca.....	33
6.7 Largo de la mazorca	34
6.8 Número de granos por hilera	34
6.9 Número de hileras por mazorca	34
6.10 Contenido de antocianinas	35
Capítulo VII: Conclusiones y recomendaciones	36
7.1 Conclusiones	36
7.2 Recomendaciones.....	37
Capítulo VIII: Referencias bibliográficas.....	38
Anexo A: Resultados germinación	45
Anexo B: Resultados de días a la floración femenina	46
Anexo C: Resultados de altura de la planta	47
Anexo D: Resultados inserción de la mazorca principal	48
Anexo E: Resultados rendimiento	49
Anexo F: Resultados diámetro de la mazorca.....	50
Anexo G: Resultados largo de la mazorca	51
Anexo H: Resultados número de granos por hilera.....	52
Anexo I: Resultados número de hileras por mazorca.....	53
Anexo J: Resultados Contenido de antocianinas	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Anova porcentaje de germinación	21
Tabla 2: Anova días a floración femenina	22
Tabla 3: Prueba de TUKEY para días a la floración femenina.....	23
Tabla 4: Anova altura de la planta	23
Tabla 5: Prueba de TUKEY para altura de la planta	23
Tabla 6: Anova altura inserción mazorca principal	24
Tabla 7: Prueba de TUKEY para altura inserción mazorca principal	24
Tabla 8: Anova rendimiento	25
Tabla 9: Prueba de TUKEY para rendimiento	25
Tabla 10: Anova diámetro de la mazorca	26
Tabla 11: Anova largo de la mazorca	27
Tabla 12: Anova número de granos por hilera.....	28
Tabla 13: Anova número de hileras por mazorca	29
Tabla 14: Anova contenido de antocianinas	30
Tabla 15: Prueba de TUKEY para contenido de antocianinas	30
Tabla 16: Resultados germinación	45
Tabla 17: Resultados de días a la floración femenina.....	46
Tabla 18: Resultados altura de la planta	47
Tabla 19: Resultados inserción de la mazorca principal.....	48
Tabla 20: Resultados rendimiento en kilogramos.....	49
Tabla 21: Resultados diámetro de la mazorca	50
Tabla 22: Resultados largo de la mazorca	51
Tabla 23: Resultados número de granos por hilera.....	52
Tabla 24: Resultados número de hileras por mazorca	53
Tabla 25: Resultados contenido de antocianinas	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Porcentaje de germinación	22
Figura 2: Diámetro de la mazorca.....	26
Figura 3: Largo de la mazorca	27
Figura 4: Número de granos por hilera	28
Figura 5: Número de hileras por mazorca.....	29

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Se considera que el maíz es una de las primeras plantas cultivadas, de la cual hay evidencia arqueológica de su siembra de hace más de 5000 años antes de Cristo. La teoría más reciente es que el maíz es de origen mexicano, donde se ha encontrado evidencia arqueológica y del pariente silvestre del maíz el teosinte (Paliwal, 2002). Es uno de los cultivos más importantes del mundo con la mayor cantidad de área sembrada y cosechada. Por lo tanto, se considera en la lista de los productos “commodities”, de mayor importancia mundial. Entre ellos se encuentran soya, trigo, maíz, avena, cebada, entre otros (Canessa, R. 2017). EL maíz se produce en todos los continentes, y en aproximadamente 170 países (Maizar, 2011). Según la organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2017) hubo una producción mundial de 1,134,746,667 toneladas de maíz, donde Estados Unidos es el mayor productor del mundo con 365,659,000 toneladas métricas, seguido por China y Brasil. En el Ecuador para el 2017 hubo una producción total de 1,436,106 toneladas de maíz (Faostat, 2017).

Por otro lado, el maíz morado es una variedad originaria del Perú, que se cultiva comercialmente en este país. En el Perú existen aproximadamente 50 razas de maíz (Arias y otros, 2018). Entre los tipos más importantes de maíz morado se encuentran: Morado canteño, Morado mejorado, Morado Caraz, Arequipeño, Cusco morado, Negro de Junín e INIA 601 (Castillo y Velásquez, 2011). En el Ecuador no existen estadísticas de producción comercial de maíz morado, y la producción de semilla es deficiente, así como la falta de incentivos a los agricultores para la siembra

de este cereal. En el Ecuador se enfoca a la producción de maíz según el requerimiento del mercado, y se cultiva principalmente los tipos amarillo duro y suave (Borja, M. 2013).

El principal problema del cultivo de maíz morado en el Ecuador es la poca disponibilidad de semilla y de materiales mejorados. Por lo tanto, existen limitadas áreas de producción de este cultivo. Esto puede deberse a que existe un mayor requerimiento de maíz duro y maíz suave. El maíz duro amarillo seco tiene su principal demanda para alimentación animal a través de la elaboración de balanceados. Según estadísticas del Banco Central del Ecuador, en 2014 alrededor del 80% de maíz duro que produce el Ecuador fue destinado a empresas procesadoras de alimentos balanceados, especialmente para pollos y ganado vacuno. Empresas grandes como Procesadora Nacional de Alimentos C. A. (Pronaca) y la Asociación Ecuatoriana de fabricantes de alimentos balanceados para animales (Afaba) son las que más demandan de este grano, con un total del 61.79% de la producción nacional (Chalan, D. 2015). Por otro lado, el maíz suave es cultivado principalmente en la sierra ecuatoriana, este es comercializado principalmente como choclo. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en 2011 hubo un total de 168,486 hectáreas de maíz suave sembrado en la sierra, siendo uno de los cultivos con mayor superficie en la sierra ecuatoriana (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2014). El consumo per cápita de maíz en el Ecuador, fue de 15,50 kg/año. Lo cual hace que sea un producto de suma importancia para el consumo humano en Ecuador (FAO, 2007). Por esta razón se considera que la población ecuatoriana consume maíz de tipo duro y suave, y la demanda de maíz morado es reducida, ya que la producción comercial no genera la rentabilidad que lo hacen otros tipos de maíz. La principal demanda de maíz morado es para la elaboración de

alimentos de temporada como la colada morada, por lo tanto, la demanda no es de gran escala.

Otro problema es la poca disponibilidad de semilla, variedades de maíz morado mejoradas y bien adaptadas a las condiciones de la sierra del Ecuador tienen rendimientos inferiores a las variedades de maíz duro. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), cuenta con una sola variedad mejorada de maíz negro llamado INIAP-199 “Racimo de Uva”, la cual fue el resultado de un trabajo de investigación desde 2006 con varios ciclos de selección. Esta variedad tiene un rango de rendimiento de grano seco de entre 2 – 4 toneladas por hectárea (Yáñez, C. 2017). Por otro lado, existen muchas variedades disponibles de maíz suave y maíz duro. Caicedo, M. 2012).

Por otro lado, el maíz es una fuente importante de proteínas, con un 18.4% en el germen, 8.0% en el endospermo y 3,7% en el pericarpio. Además, el grano de maíz contiene buena cantidad de fibra cruda, cenizas, almidones, azúcares y minerales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, entre otros. Por lo tanto, el grano del maíz es una fuente de alimento indispensable para el ser humano, por su composición nutricional y su bajo precio de producción (FAO, 1993). El maíz morado tiene un alto contenido de antocianinas, aparte de toda la composición nutricional antes descrita. La variedad INIAP- 199 contiene 1052,6 mg/100g de antocianinas (Yáñez, C. 2017). Las cuales son un antioxidante natural que tiene muchos beneficios para la salud humana.

1.2 Justificación

Las variedades mejoradas y adaptadas de maíz morado en el Ecuador son escasas, provocando que exista poca accesibilidad y motivación para que los

agricultores produzcan este tipo de maíz. Por esta razón, el trabajo de generar nuevas variedades de esta especie que posea mayor rendimiento, sea resistente a plagas y enfermedades y adaptable a varios ambientes de la sierra es de suma importancia. La variedad INIAP 199 “Racimo de uva” por su mayor rendimiento puede ser un atractivo y ser más rentable para los pequeños agricultores de la sierra. Así mismo, aprovechando las propiedades químicas y nutritivas que tiene el maíz morado, le da una ventaja comparativa hacia productos provenientes de maíz amarillo, el cual es el más consumido hoy en día en el Ecuador.

Por otro lado, el maíz morado tiene la propiedad de poseer una gran cantidad de antocianinas en su grano, esta es la razón del pigmento morado oscuro que posee esta raza. Por esta razón, es un cultivo que tiene mucho potencial por ser un alimento funcional, los cuales cada vez tienen mayor demanda en el mercado nacional e internacional. Además, los pigmentos naturales como las antocianinas cada vez tienen mayor espacio en el mercado, especialmente para el remplazo de colorantes sintéticos utilizados en alimentos, cosméticos y farmacéuticos, los cuales han demostrado ser tóxicos. Por lo tanto, el maíz morado puede ser una fuente fundamental de pigmentos vegetales (Garzón, G. 2008). Entre otra de las propiedades beneficiosas de las antocianinas es que estas tienen efectos anticancerígenos, antidiabéticos, así como también mejora la agudeza visual y el comportamiento cognitivo. Pero una de las propiedades funcionales más importante es la capacidad de acción antioxidante sobre el cuerpo. Además, de ser antiinflamatorias y antitumoral (Ortiz y otros. 2011). Por lo tanto, las propiedades de las antocianinas son muy importantes para la salud humana, y la producción de materias primas que contengan este pigmento natural. Entre los cultivos que poseen este pigmento natural se encuentran: maíz morado, arándanos, frambuesa, moras, uvas, entre otros (Castañeda-Sánchez y Gerrero-Bletran, 2015).

En el caso del maíz morado, este puede ser un cultivo de interés y una gran alternativa para agricultores en la serranía ecuatoriana, ya que, por su contenido nutricional se puede dar un valor agregado al producto y este puede ser de interés para la industria y así generar mayor rentabilidad. Además, el mercado demanda cada vez más productos funcionales y de origen natural que sean beneficiosos para la salud. El maíz morado cuenta con compuestos bio activos como: antocianinas, polifenoles y flavonoides. La principal antocianina que contiene el maíz morado, la cual es responsable de propiedades antioxidantes, es la cianidina – 3 – glucósido. En estudios realizados en maíz morado por Ccaccya, A. y otros, (2019) se encontraron valores de 24.4 a 42.6 mg/g de antocianinas en grano de maíz.

CAPÍTULO II: MARCOMARCO TEÓRICO

2.1 Fisiología de la planta

- El maíz (*Zea mays L.*) es una planta de crecimiento rápido de ciclo anual. Las raíces son fasciculadas, sus hojas son largas y de gran tamaño. Estas son alternadas y lanceoladas. El tallo es simple y erecto y se forma de tres componentes: corteza, epidermis y haces vasculares (Maruqina, R. 2017). Es una planta monoica, es decir se encuentra la inflorescencia femenina y masculina en la misma planta. La inflorescencia femenina se encuentra en el cuarto superior de la planta y se forma de estructuras vegetativas. Por otro lado, la inflorescencia masculina se presenta en forma de panícula en la parte superior de la planta y se estima que tiene de 3 a 4 millones de granos de polen. Su fruto es de tipo cariósipide, el cual rodea la semilla (Conacyt, 2019). El maíz morado es un cultivo que se cultiva en la zona andina de países como Ecuador, Perú y Bolivia. La temperatura y humedad del suelo son importantes para el establecimiento del cultivo. La planta emerge entre los 12 a 14

días a temperaturas de 20 grados centígrados. A los 15 días la plántula empieza a formar sus primeras hojas. La floración ocurre generalmente entre los 90 a 140 días (Quispe, F. y otros 2011). El grano empieza a formarse durante 50 días después de la polinización, donde el cultivo necesita mayor disponibilidad de agua (Begazos, J. 2013).

2.2 Maíz morado

- El maíz morado es originario del Perú, país donde se cultiva la especie para fines comerciales. Por lo tanto, en el Perú existe un alto consumo de maíz morado. Se estima que en este país existen más de 50 razas de maíz, a las cuales no se han realizado modificaciones genéticas, pero han sido seleccionadas por métodos convencionales (Arias y otros, 2018). Por otro lado, en el Ecuador el consumo maíz morado es limitado, por lo tanto, el desarrollo de nuevas variedades de esa especie se ha visto restringido (Borja, M. 2013). En el Ecuador el mejoramiento de maíz morado no ha sido una prioridad, sin embargo se ha desarrollado un material mejorado de este tipo de maíz, denominado INIAP-199 “Racimo de uva” (Yáñez, C. y otros, 2017).

2.3 Propiedades funcionales del maíz morado

- Entre las propiedades más importantes que tiene el maíz morado es su alto contenido de antocianinas en el grano y tusa. Esta es la razón, por la cual, esta raza tiene color oscuro en su grano y en ocasiones en la tusa. Las antocianinas tienen diferentes propiedades benéficas para la salud humana como: efectos anticancerígenos, antidiabéticos, así como también mejora la agudeza visual y el comportamiento cognitivo. Pero una de las propiedades funcionales más importante es la capacidad de acción antioxidante sobre el cuerpo. Además, de sus efectos antiinflamatorios y

antitumorales (Ortiz y otros. 2011). Por lo tanto, el maíz morado es una fuente importante de pigmentos vegetales, los cuales pueden ser utilizados en la industria alimenticia (Garzón, G. 2008). Los pigmentos vegetales son productos que se pueden utilizar como colorantes para diferentes industrias. En Estos pigmentos naturales se busca que tengan algún tipo de aplicación funcional. Hoy en día se busca cada vez más productos naturales que sean saludables y nutritivos. Por lo tanto, existe cada vez una mayor demanda en el uso de pigmentos naturales como el licopeno, la capsantina, leutina, betalainas, antocianinas, entre otros (Girón, J. y otros 2016). Además, el maíz morado cuenta con otros compuestos bioactivos como por ejemplo los polifenoles y flavonoides. Los compuestos fenólicos y flavonoides que presenta el maíz morado son: ácido vanílico, ácido cafeico, ácido ferúlico, hesperedina y quercetina. Todos utilizados tanto para la industria farmacéutica o para la industria de alimentos (Ccaccya, A. y otros 2019).

CAPÍTULO III: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1 Objetivo General:

- Evaluar las características agronómicas y el contenido de antocianinas de 25 cruza F1 de maíz morado.

3.2 Objetivos específicos:

- Evaluar nueve características agronómicas de las 25 cruza F1.
- Cuantificar el contenido de antocianinas de las diferentes F1´s de maíz morado.
- Seleccionar los mejores cruzamientos (F1´s) de acuerdo con sus características agronómicas y contenidos de antocianinas.

3.3 Hipótesis:

- Las 25 cruza F1 difieren en sus características agronómicas y en el contenido de antocianinas.

CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización del experimento

El experimento se localizó en la Granja Experimental perteneciente a la Universidad San Francisco de Quito ubicado en el barrio Chiche Obraje, Puembo, Pichincha, Ecuador. Las coordenadas satelitales de la ubicación son: 0 grados, 12' 12.79''S: 78 grados 21'22.88''O. La altitud de la Granja Experimental es de 2495 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 16.1 grados centígrados y una precipitación de 869 milímetros (Climate-data.org, 2020).

4.2 Material biológico

Se evaluaron 15 descendientes de la cruz 1X3 y 10 descendientes de la cruz 2X3 con un total de 25 tratamientos. Las 3 poblaciones que se utilizaron para obtener las cruza son tres: una variedad de maíz morado Negro Perú utilizado como surco macho, una variedad roja segregante y la Variedad experimental B, que fueron utilizadas como surcos hembras.

4.3 Metodología de Campo

Primero se preparó el terreno con una arada y dos rastradas con un motocultor, luego con este mismo equipo se realizó los 25 surcos de los dos bloques. Luego se sembró el material vegetal con 2 semillas por sitio con un total de 22 semillas por surco por cada tratamiento. Se realizó el riego para que la semilla germine adecuadamente cada 2 -3 días. Luego se tomó los datos del porcentaje de germinación después de 12 días de

la siembra. Para esto, se utilizó una hoja de registro previamente elaborada. Luego se realizó el control de plagas, especialmente del gusano (*Agrotis sp.*) el cual se controló utilizando el producto Dipel (*Bacillus thuringiensis*) a una dosis de 1 gramo por litro de agua, con 4 kilogramos de afrecho de maíz, canela, panela y agua, logrando una mezcla pastosa. Luego se elaboró etiquetas plastificadas para identificar cada tratamiento. Se realizaron las labores de deshierbe y aporque por dos ocasiones. Además, para las variables de días a la floración femenina se utilizó un formato donde se recolectaron los datos cada 3 días, luego de 90 días después de la siembra. Luego se colocó aceite vegetal con un gotero en cada mazorca en formación para proteger del gusano del choclo. Esto se repitió por 3 veces a los 8 – 15 y 21 días después de la floración. Para la toma de las variables altura de planta y altura de inserción de la mazorca principal se elaboró una regla de madera de 4 metros de alto y se tomó los datos de 3 plantas aleatorias de cada tratamiento, evitando las plantas de los bordes. Por último se cubrió todas las mazorcas con papel periódico para evitar el ataque de los pájaros. La cosecha se realizó manualmente. Posteriormente se pesó las mazorcas de cada cruza y se contaron número de mazorcas, número de granos por mazorca y número de hilera por mazorca.

4.4 Equipos y reactivos de laboratorio

Los equipos y reactivos que se utilizaron en el laboratorio para realizar la extracción y determinación de antocianinas fueron: Molino de granos, Balanza, Fundas de papel, Recipientes pequeños, Pipeta, Cronómetro, Homogeneizador de Bu HO hler HO4AP, Espectrofotómetro UV-VIS (HACH DR 500, USA), Refrigerador, Mechero, Olla, Agua, Mortero, Papel filtro, Disolvente (Etanol al 90% + Ácido clorhídrico 1 Molar).

4.5 Metodología de laboratorio

La determinación de antocianinas se realizó en el laboratorio del Departamento de Nutrición y Calidad, en las instalaciones de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Para esto se utilizó una técnica adaptada al método de Jansen y Flamme (2006). Donde primero se obtuvieron las muestras en grano del maíz morado en diferentes fundas clasificadas por tratamiento. A estas muestras se lavaron con agua y se molieron utilizando un molino de granos hasta obtener la granulometría necesaria. Luego se pesó 30 gramos de cada muestra molida en una balanza y se mezcló con un disolvente de extracción compuesto de etanol al 90% y ácido clorhídrico (HCl) a una concentración 1 molar (M). La proporción del disolvente fue de 85% de etanol y 15% de HCl 1M. La mezcla se realizó durante 5 minutos a 15 000 revoluciones por minuto en un homogeneizador de marca y modelo Bu Hl er HO4AP. Luego se almacenó el material previamente homogenizado en un refrigerador a 4 grados centígrados por 1 hora y 30 minutos. Después se determinó el contenido de antocianinas utilizando un espectrofotómetro UV-VIS (HACH DR 500, USA) y su contenido se expresa como cianidina-3-glucósido en las unidades mg por cada 100 gramos de muestra (Naranjo, M. 2016).

4.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con dos bloques y 25 tratamientos aleatorizados. Con un total de 50 unidades experimentales en el experimento.

Luego se realizó análisis de la varianza (Anova) con una probabilidad menor o igual al 0.05% ($p > 0.05$). Además, se utilizó la prueba de significación Tukey para determinar la diferencia estadística entre medias de tratamientos.

Las variables de respuesta que se analizaron fueron:

- Porcentaje de germinación.
- Días a floración femenina.
- Alto de planta en metros
- Alto de mazorca en metros
- Rendimiento de grano seco
- Diámetro de la mazorca en centímetros
- Largo de la mazorca en centímetros
- Número de hileras por mazorca
- Número de granos por hilera
- Contenido de antocianinas en mg/100g

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1 Germinación

Tabla 1: Anova porcentaje de germinación

Anova			
Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado
Total	49		
Bloques	1	1622.11	5.80*
Tratamientos	24	329.54	1.18 ns
Error experimental	24	279.50	

* significación estadística con $p \leq 0.05$, ns: no significación estadística

En la variable germinación la media general fue de 78.12% de semillas germinadas. El coeficiente de variación fue de 21.4%. En este caso, hubo significación estadística entre bloques, pero no entre tratamientos, por lo tanto, no se realizó ninguna prueba de significación estadística.

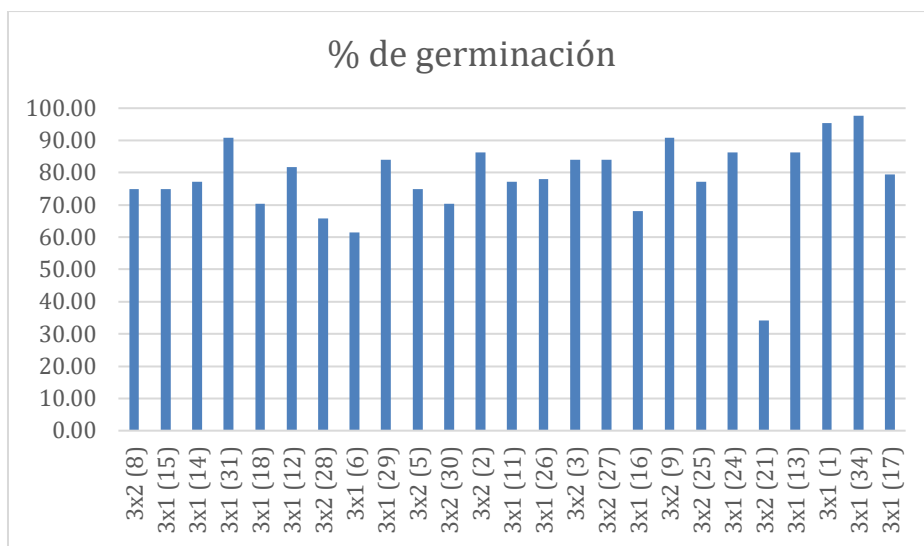


Figura 1: Porcentaje de germinación

La crusa que presentó un mayor porcentaje de germinación fue 3X1(34), con un promedio de germinación de 97.73%. Por otro lado, la crusa que presentó menor porcentaje de germinación fue 3X2(21), con un promedio de 34.09%.

5.2 Días a floración femenina

Tabla 2: Anova días a floración femenina

Anova

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado
Total	49		
Bloques	1	12.50	1.20 ns
Tratamientos	24	69.05	6.63*
Error experimental	24	10.42	

* significación estadística con $p \leq 0.05$, ns: no significación estadística

En la variable días a floración femenina la media general fue de 97.62 días. El coeficiente de variación fue de 3.31%. En este caso, no hubo significación estadística entre bloques, pero si entre tratamientos, por lo tanto, se realizó la prueba de significación estadística TUKEY.

Tabla 3: Prueba de TUKEY para días a la floración femenina

b	b	b	b	b	ba	ba	a	a	a
92	93	94.5	94.5	96	100	101	106	107.5	107.5
3x1 (13)	3x1 (1)	3x1 (14)	3x1 (29)	3x1 (26)	3x2 (27)	3x2 (28)	3x1 (12)	3x1 (18)	3x1 (11)

Sy: 2.28

En la prueba de significación TUKEY realizada en la variable días a la floración femenina se puede considerar que hay 2 rangos de significación. El de mayor número de días es de rango (a) y tiene un promedio de 107.5 días, e incluye las cruza 3x1 (11) y 3x1(18). El tratamiento con menor días a la floración es la cruza 3x1(13) con 92 días a floración con rango de significación (b).

5.3 Altura planta

Tabla 4: Anova altura de la planta

Anova			
Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado
Total	49		
Bloques	1	0.033	1.10 ns
Tratamientos	24	0.128	4.31*
Error experimental	24	0.030	

* significación estadística con $p \leq 0.05$, ns: no significación estadística

En la variable altura de la planta la media general fue de 2.53 metros de altura. El coeficiente de variación fue de 6.79%. En este caso, no hubo significación estadística entre bloques, pero si entre tratamientos, por lo tanto, se realizó la prueba de significación estadística TUKEY.

Tabla 5: Prueba de TUKEY para altura de la planta

c	c	c	cba	cba	ba	ba	ba	ba	a
2.10	2.37	2.48	2.57	2.57	2.68	2.73	2.75	2.98	3.15
3x2 (28)	3x1 (18)	3x1 (11)	3x1 (26)	3x1 (12)	3x1 (14)	3x2 (27)	3x1 (29)	3x1 (1)	3x1 (13)

Valor TUKEY calculado: 11.23

En la prueba de significación TUKEY realizada en la variable altura de la planta, se puede considerar que existen 3 rangos de significación. La mayor altura de planta es de rango (**a**) y tiene un promedio de 3.15 metros de alto. Esta es la cruza 3x1 (13). Los tratamientos que comparte tres rangos de significación son las cruza 3x1(26) y 3x1(12), las cuales tienen un promedio de 2.57 metros de altura. El tratamiento de menor altura de planta es el 3x2(28) con 2.10 metros de altura con rango de significación (**c**).

5.4 Altura inserción de la mazorca principal:

Tabla 6: Anova altura inserción mazorca principal

Anova			
Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado
Total	49		
Bloques	1	0.36	13.04*
Tratamientos	24	0.10	3.80*
Error experimental	24	0.03	

* significación estadística con $p \leq 0.05$, ns: no significación estadística

En la variable Altura inserción de la mazorca principal la media general fue de 1.46 metros de altura. El coeficiente de variación fue de 11.33%. En este caso, hubo significación estadística entre bloques, y también entre tratamientos, por lo tanto, se realizó la prueba de significación estadística TUKEY.

Tabla 7: Prueba de TUKEY para altura inserción mazorca principal

b	b	b	b	ba	ba	ba	ba	ba	a
1.22	1.43	1.45	1.50	1.52	1.54	1.60	1.62	1.74	2.13
3x2 (28)	3x1 (26)	3x1 (18)	3x1 (11)	3x1 (12)	3x1 (29)	3X2 (27)	3X1 (14)	3X1 (1)	3X1 (13)

Valor TUKEY calculado: 0.57

En la prueba de significación TUKEY realizada en la variable altura inserción de la mazorca principal se puede considerar que hay 2 rangos de significación. La mayoría de los tratamientos comparten el mismo rango (**a**), donde la mayor altura se obtiene en el

tratamiento 3x1(13) con 2.13 metros de altura. El tratamiento que presenta menor altura de mazorca es el 3x2(28) con 1.22 metros de altura, con rango de significación **(b)**.

5.5 Rendimiento

Tabla 8: Anova rendimiento

Anova

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado
Total	49		
Bloques	1	11.07	9.46*
Tratamientos	24	2.80	2.39*
Error experimental	24	1.17	

* significación estadística con $p \leq 0.05$, ns: no significación estadística

En la variable rendimiento la media general fue de 4.14 toneladas por hectárea. El coeficiente de variación fue de 26.13%. En este caso, hubo significación estadística entre bloques, y también entre tratamientos, por lo tanto, se realizó la prueba de significación estadística de TUKEY.

Tabla 9: Prueba de TUKEY para rendimiento

b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
(3x1) 26	(3x1) 18	(3x2) 28	(3x2) 27	(3x1) 1	(3x1) 29	(3x1) 11	(3x1) 12	(3x1) 13	(3x1) 14
2.83	3.38	4.14	4.25	4.79	4.90	5.12	5.23	5.44	6.97

Valor TUKEY calculado: 3.76

En la prueba de significación TUKEY realizada en la variable rendimiento se puede considerar que hay 2 rangos de significación. La mayoría de los tratamientos comparten el mismo rango **(a)**, donde el mayor rendimiento se obtiene en el tratamiento 3x1(14) con 6.97 toneladas por hectárea. El tratamiento de menor rendimiento es el 3x1(26) con 2.83 toneladas por hectárea, con rango de significación **(b)**.

5.6 Diámetro de la mazorca

Tabla 10: Anova diámetro de la mazorca

Anova			
Fuente de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	F calculado
Total	49	26.53	
Bloques	1	0.38	0.63 ns
Tratamientos	24	11.58	0.79 ns
Error experimental	24	14.57	

* significación estadística con $p \leq 0.05$, ns: no significación estadística

En la variable diámetro de la mazorca la media general fue de 5.56 centímetros. El coeficiente de variación fue de 17.08%. En este caso, no hubo significación estadística entre bloques, y tampoco entre tratamientos, por lo tanto, no se realizó ninguna prueba de significación estadística.

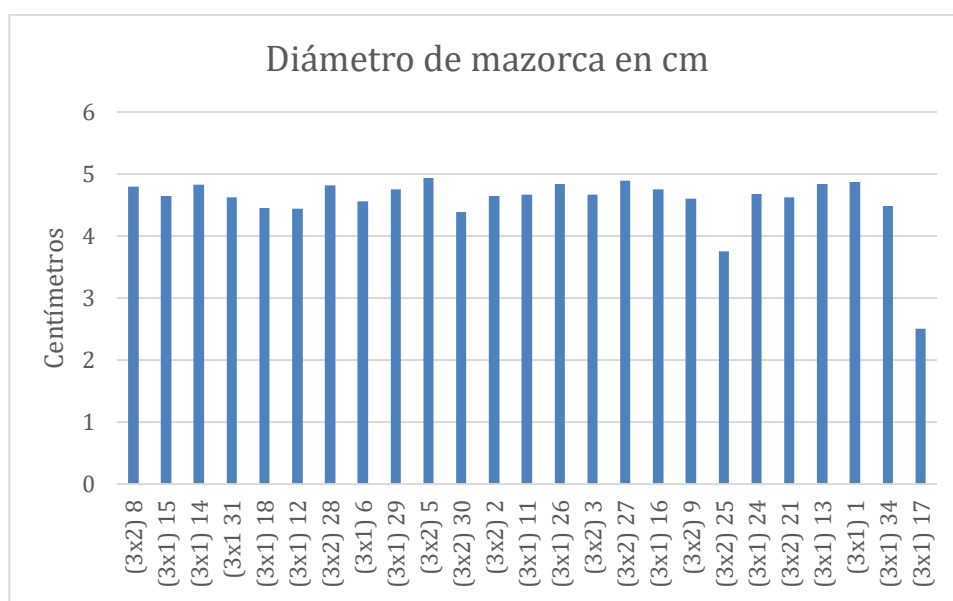


Figura 2: Diámetro de la mazorca

La cruz que presentó el mayor diámetro de mazorca fue la 3X2(5), con un promedio de 4.94 centímetros. Por otro lado, la cruz que presentó el menor diámetro de mazorca fue 3X1(17), con un promedio de 2.5 centímetros.

5.7 Largo de la mazorca:

Tabla 11: Anova largo de la mazorca

Anova			
Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado
Total	49		
Bloques	1	80.33	13.46*
Tratamientos	24	7.66	1.28 ns
Error experimental	24	5.97	

* significación estadística con $p \leq 0.05$, ns no significación estadística

En la variable largo de la mazorca la media general fue de 13.43 centímetros. El coeficiente de variación fue de 18.19%. En este caso, hubo significación estadística entre bloques, pero no hubo significación estadística entre tratamientos, por lo tanto, no se realizó ninguna prueba de significación estadística.

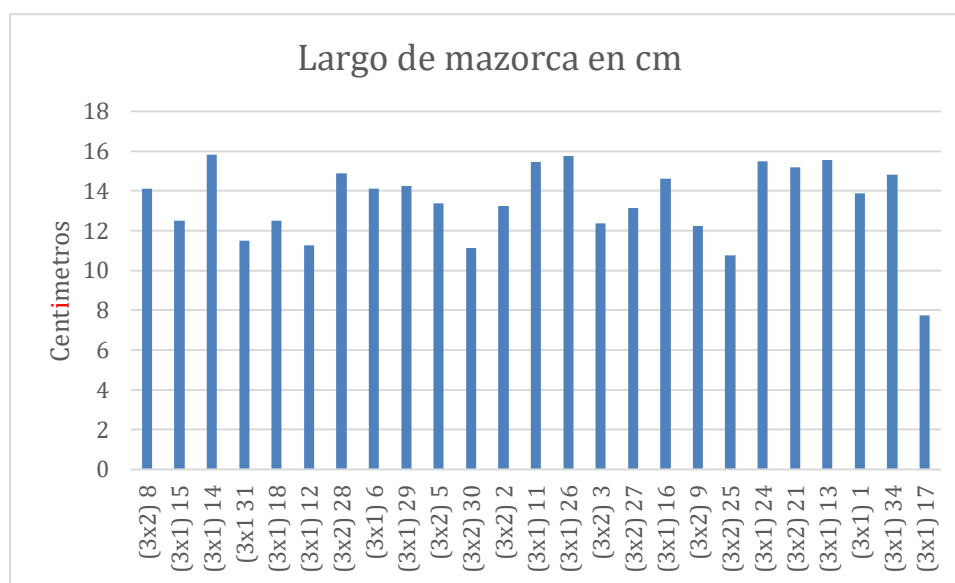


Figura 3: Largo de la mazorca

La cruz que presentó mayor largo de mazorca fue 3X1(14) con un promedio de 15.81 centímetros. Por otro lado, la cruz que presentó el menor largo de mazorca fue 3X1(17) con 7.75 centímetros.

5.8 Número de granos por hilera

Tabla 12: Anova número de granos por hilera

Anova			
Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado
Total	49		
Bloques	1	77.19	3.42 ns
Tratamientos	24	19.19	0.85 ns
Error experimental	24	22.55	

* significación estadística con $p < 0.05$, ns no significación estadística

En la variable número de granos por hilera la media general fue de 22.98 granos por hilera en la mazorca. El coeficiente de variación fue de 20.66%. En este caso, no hubo significación estadística entre bloques, ni tampoco entre tratamientos, por lo tanto, no se realizó ninguna prueba de significación estadística.

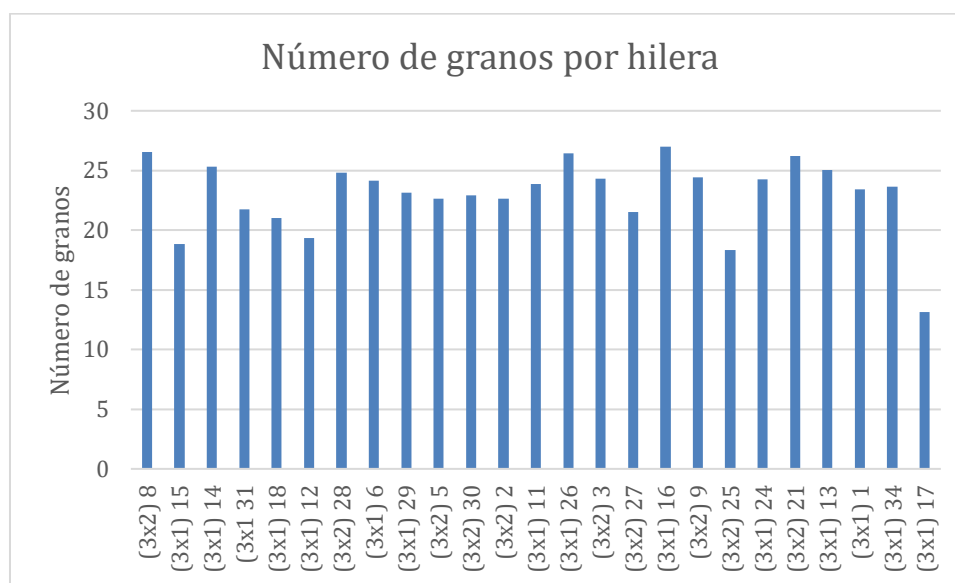


Figura 4: Número de granos por hilera

La cruz que presentó mayor número de granos por hilera fue 3X1(16), con un promedio de 27 granos. Por otro lado, la cruz que presentó menor número de granos por hilera fue 3X1(17), con un promedio de 13.13 granos.

5.9 Número de hileras por mazorca

Tabla 13: Anova número de hileras por mazorca

Anova			
Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado
Total	49		
Bloques	1	2.00	0.34 ns
Tratamientos	24	4.78	0.82 ns
Error experimental	24	5.86	

* significación estadística con $p \leq 0.05$, ns no significación estadística

En la variable número de hileras por mazorca la media general fue de 12.2 hileras por mazorca. El coeficiente de variación fue de 19.84%. En este caso, no hubo significación estadística entre bloques, ni tampoco entre tratamientos, por lo tanto, no se realizó ninguna prueba de significación estadística.

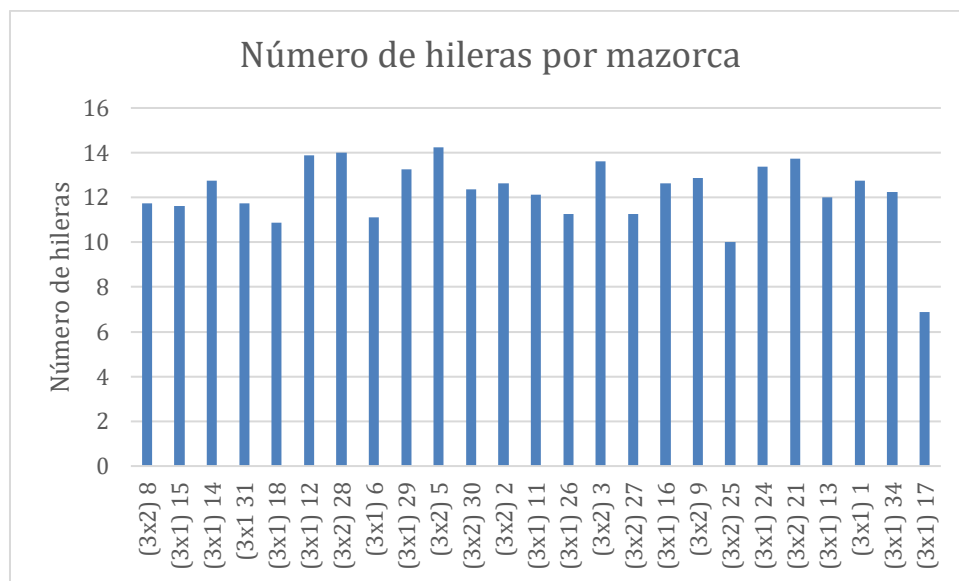


Figura 5: Número de hileras por mazorca

La cruz que presentó mayor número de hileras por mazorca fue 3X2(5), con un promedio de 14.25 hileras. Por otro lado, la cruz que presentó menor cantidad de hileras por mazorca fue 3X1(17), con un promedio de 6.88 hileras.

5.10 Contenido de antocianinas

Tabla 14: Anova contenido de antocianinas

Anova			
Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado
Total	149		
Bloques	5	36.34	0.09 ns
Tratamientos	24	15500.68	37.35*
Error experimental	120	415.04	

* significación estadística con $p \leq 0.05$, ns no significación estadística

En la variable Contenido de antocianinas se midió en mg por cada 100 gramos de muestra. La media general fue de 67.2 mg/100g. El coeficiente de variación fue de 30.31%. En este caso, no hubo significación estadística entre bloques, pero si entre tratamientos, por lo tanto, se realizó la prueba de significación estadística TUKEY.

Tabla 15: Prueba de TUKEY para contenido de antocianinas

cd	cd	cd	cd	cd	cd	c	c	b	a
3x1 (1)	3x2 (28)	3x1 (12)	3x1 (26)	3x1 (11)	3x1 (29)	3x1 (14)	3x1 (13)	3x1 (18)	3x2 (27)
64.65	65.47	66.34	70.61	82.75	96.99	102.76	121.78	180.73	237.87

Valor TUKEY calculado: 40.92

En la prueba de significación TUKEY realizada en la variable contenido de antocianinas, se puede considerar que existen 4 rangos de significación. El mayor contenido de antocianinas tiene un rango (**a**) y tiene un promedio de 237.87 mg/100g. Esta es la cruza 3x2 (27). La mayoría de los tratamientos comparten el rango de significación (**cd**). El tratamiento con el menor contenido de antocianinas es el 3x1 (1) con un promedio de 64.65 mg/100g. Este tratamiento tiene el rango (**cd**).

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

6.1 Germinación

En cuanto a la germinación de las semillas, se encontró uniformidad en el porcentaje de germinación (media: 78.12% de semillas germinadas). Es decir, las 24 cruzas se comportaron de manera similar, por lo tanto, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos según el ANOVA realizado. El tratamiento que mostró el porcentaje más bajo de germinación fue el 3X2 (21) con 35% de germinación. Por otro lado, el porcentaje más alto de germinación fue el tratamiento 3X1 (34) con un 98% de germinación. La media general fue de 78.12% de germinación. En estudios similares hechos por Guillen de la Cruz, P. y otros (2018), se obtuvo una media general de 71.4% de germinación, donde en este caso se evaluaron 35 poblaciones de maíz morado. Donde el tratamiento con menor porcentaje de germinación fue del 28% y el tratamiento con mayor porcentaje de germinación presenta un 100%. Obteniendo resultados muy similares a los de este trabajo.

6.2 Días a floración femenina

En cuanto a la floración femenina (media: 97.62 días), se encontró diferencias significativas entre los tratamientos con dos rangos de significación según la prueba TUKEY. En este caso, 5 cruzas comparten el mismo rango (**a**), es decir son estadísticamente iguales. Estas cruzas van desde 100 hasta 107.5 días a floración femenina y son: 3X1(11), 3X1(18), 3X1(12), 3X2(28) y 3X2(27). Por otro lado, 7 cruzas comparten el mismo rango de significación **b**, las cuales presentan menores días a floración femenina. Estas cruzas van desde 92 hasta 101 días a floración femenina. Las cruzas son: 3X1(13), 3X1(1), 3X1(14), 3X1(29), 3X1(26), 3X2(27) y 3X2(28). En estudios similares realizados por Borja, M. (2013) en dos variedades de maíz morado

encontró una media de 97.82 y 115.72 días a floración femenina. Por lo tanto, los resultados con este estudio muestran una misma tendencia.

6.3 Altura planta

En la variable altura de la planta (media: 2.53 metros de altura) se encontró diferencias significativas entre tratamientos según la prueba TUKEY. En este caso hubo 3 rangos de significación: 7 cruzas compartieron el rango (**a**) con una altura de planta desde los 2.57 metros hasta los 3.15 metros. En el rango (**b**) compartieron 6 cruzas y en el rango (**c**) compartieron 3 cruzas, siendo las de menor altura de planta. Estas cruzas son 3X2 (28) con 2.10 metros de altura, 3X1(18) con 2.37 metros de altura y la 3X1(11) con 2.48 metros de altura. En estudios con la variedad comercial INIA 615 (2007). Negro Canaán se obtiene una media de 2.28 +- 30 centímetros. Por lo tanto, los tratamientos con rango (**c**) son muy similares a los de esta variedad comercial. Pero los tratamientos con rango de significación (**a**) son plantas más altas.

6.4 Altura inserción de la mazorca principal

Las variables altura de inserción de la mazorca principal (media: 1.46 metros) está muy relacionada con la variable de altura de la planta, por lo tanto, los resultados son muy similares. En este caso se obtuvo dos rangos según la prueba TUKEY. El rango (**a**) comparte 6 cruzas, las cuales van desde 1.52 metros de altura hasta 2.13 metros de altura. El rango (**b**) comparten 9 cruzas y se encuentra desde 1.22 metros de altura hasta 1.74 metros de altura a la mazorca principal. En estudios similares realizados por Pinedo, (2015) el promedio de altura de mazorca principal fue de 1.33 metros en la variedad PMV-581 y de 1.32 metros en la variedad INIA – 615 Negro Canaán. Por lo tanto, la media de en este estudio se encuentra más alta en comparación al trabajo realizado por Pinedo. Las cruzas que se encuentran en una media similar son las del

rango de significación **(b)**. Según Borja M, (2013), existe un efecto ambiental sobre la altura de inserción de la mazorca principal, por lo tanto, se puede atribuir que la media de altura de inserción de mazorca principal sea relativamente alta comparada con variedades comerciales de maíz morado.

6.5 Rendimiento

El rendimiento promedio obtenido fue de 4.14 toneladas por hectárea. En esta variable se encontró dos rangos de significación según la prueba TUKEY. El rango **(a)** comparten 9 cruza, las cuales varían desde 3.38 toneladas por hectárea hasta 6.97 toneladas por hectárea. Por otro lado, el rango **(b)** solo involucra la cruza 3X1(26), la cual es la única diferente significativamente y su rendimiento es el menor con un total de 2.83 toneladas por hectárea. Estudios realizados por Yáñez C. (2017) y otros en la variedad INIAP – 199 “Racimo de Uva” consideran que tiene un promedio de 3.0 toneladas por hectárea de rendimiento en grano seco. Por lo que la mayoría de las cruza seleccionadas superan el promedio de rendimiento de la variedad liberada por el INIAP. Por otro lado, en el trabajo realizado por Pinedo, R (2015), La variedad INIA – 615 obtuvo un rendimiento promedio 3.67 t/ha y la variedad PMV – 581 obtuvo un rendimiento promedio de 2.78 t/ha. Por lo tanto, la media encontrada en esta investigación supera significativamente en rendimiento a las 3 variedades comerciales citadas.

6.6 Diámetro de la mazorca

En el caso del diámetro de mazorca (media: 5.56 centímetros), no se encontró diferencia significativa entre tratamientos según la prueba de significación TUKEY, es decir todas las cruza se comportaron de manera similar. Según Quispe F. y otros. (2011) en su investigación el diámetro de mazorca encontrado fue de 5.06 centímetros. Este estudio

se realizó en los cultivares TJ, PM 581 y TC. Puma, donde tampoco encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la variable diámetro de mazorca según la prueba de significación Tukey ($p > 0.05$). Por lo tanto, los resultados son muy similares a los obtenidos en el presente estudio.

6.7 Largo de la mazorca

La variable largo de mazorca obtuvo un promedio de 13.43 centímetros de largo, donde los tratamientos se comportaron de forma similar, por lo tanto, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. En la investigación de Lazo, R. (1999) se obtiene valores entre 9.41 y 16.41 centímetros de largo en la variedad de maíz morado PM 581, lo cual es muy similar a los valores encontrados en esta investigación con una media de 13.05 centímetros de largo.

6.8 Número de granos por hilera

El número de granos por hilera fue en promedio 22.98. Donde las 10 cruzas seleccionadas se comportaron de manera similar, por lo tanto, no se encontró diferencia estadística significativa. Según Espinoza, J. (2017), en su investigación se encontraron valores de 25.23 granos por hilera. Esta investigación se realizó en las variedades de maíz morado INIA 601 negro Inia, Canteño e INIA 615 Negro Canaán en el Perú. Los resultados obtenidos en los dos estudios son similares y comparables.

6.9 Número de hileras por mazorca

En la variable número de hileras por mazorca se obtuvo un promedio de 12.2 hileras por mazorca. No se encontró diferencia significativa entre tratamientos, las 10 cruzas se comportaron de forma similar. En estudios realizados por Rojas, Y. (2018) se obtuvo un promedio de 11.67 hileras por mazorca en 2 variedades comerciales de maíz morado

disponibles en el Perú. Por lo tanto, se puede encontrar similitudes entre las 10 cruzas evaluadas en este trabajo y las variedades comerciales PMV 582 y Canteño del Perú.

6.10 Contenido de antocianinas

El contenido de antocianinas (media: 67.2 mg/100g) fue la variable que se tomó en cuenta para elegir las 10 mejores cruzas de las 25 cruzas que se realizaron en el experimento. Por lo tanto, se eligieron las 10 cruzas que presentaron el mayor contenido de antocianinas y se analizaron todas ellas. En este caso el coeficiente de variación que se encontró fue de 30.31%, el cual es relativamente alto. Con este coeficiente de variación se puede identificar la variabilidad genética que existe entre las cruzas analizadas. Además, en este caso al realizar la prueba de significación de TUKEY, se encontró diferencias significativas entre tratamientos. Se encontraron 4 rangos de significación, los cuales corresponden a las 10 cruzas seleccionadas y algunas de ellas comparten hasta dos rangos de significación estadística. El rango (**a**) solo involucra la cruz 3X2 (27) la cual fue, la cruz con mayores contenidos de antocianinas con un promedio de 237.87 mg/100g. El rango (**b**) solo involucra la cruz 3X1 (18) la cual es la segunda cruz con mayores contenidos de antocianinas con un promedio de 180 mg/100g. El rango (**c**) comparten las 8 cruzas restantes. Estas tienen una variación que va desde 64.65 mg/100g a 121.78 mg/100g. Por último, el rango (**d**) comparten las últimas 6 cruzas las cuales tienen una variación que va desde 64.65 mg/100g a 96.99 mg/100g. Según Yáñez, C. y otros (2017) la variedad INIAP – 199 “racimo de Uva” tiene un promedio de 1052.6 mg/100g de antocianinas en base seca. En este caso, el contenido de antocianinas es considerado tanto en el grano como en la tuza en la variedad INIAP - 199, donde la tuza generalmente tiene mayor contenido de antocianinas que en el grano. Por esta razón, los resultados en la variedad mejorada son superiores a los encontrados en esta investigación. Por otro lado,

según un estudio realizado por Mendoza, N. (2017) el promedio general fue de 181.76 mg/100g en 6 variedades distintas de maíz morado. En la investigación se reporta resultados de 6 variedades, donde la variedad con menor contenido de antocianinas fue la INIA – 615 con 163.87 mg/100g. La variedad que presentó mayor contenido de antocianinas en la investigación de Mendoza fue Arequipeño, con 192.07 mg/100g. En este caso, para cuantificar el contenido de antocianinas se utiliza un método de pH diferencial, muy similar al de Jansen y Flamme (2006), el mismo que fue utilizado en la presente investigación. Por lo tanto, se encuentra coherencia en los resultados obtenidos en los dos estudios.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

De acuerdo con los objetivos planteados para este trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- Se seleccionó las 10 mejores cruzas, considerando sus características agronómicas y el contenido de antocianinas.
- En la variable porcentaje de germinación, la craza que presentó mayor porcentaje de geminación fue 3X1(34) con un promedio de 98%, Por otro lado, la craza que presentó menor porcentaje de germinación fue la 3X2(21) con un promedio de 35%.
- En cuanto a los días a floración femenina, las cruzas más precoces fueron: 3X1(13), 3X1(1), 3X1(14), 3X1(29), 3X1(26), 3X2(27) y 3X2(28) con un rango de 92 hasta 101 días a floración femenina. Las cruzas más tardías fueron: 3X1(11), 3X1(18), 3X1(12), 3X2(28) y 3X2(27) con un rango de 100 hasta 107.5 días a floración femenina.

- La altura de la planta y altura de inserción de la mazorca están relacionadas. Donde la cruz 3X1(13) fue la de mayor altura de planta y mayor altura a la inserción de la mazorca, con una media de 3.15 metros y 2.13 metros, respectivamente. La cruz que presentó menor altura fue la 3X2(28) con 2.10 metros de altura y 1.22 metros a la inserción de la mazorca principal.
- En el rendimiento la cruz que presenta mayor rendimiento fue la 3X1(14) con una media de 6.97 toneladas por hectárea. Por otro lado, la cruz que presenta menor rendimiento fue la 3X1(26) con una media de 2.83 toneladas por hectárea.
- En la variable contenido de antocianinas, la cruz que presentó un mayor contenido de antocianinas fue la 3X2(27) con 237.87 mg/100g. La cruz que presentó menor contenido de antocianinas fue la 3X1(1), con 64.65 mg/100g.

7.2 Recomendaciones

- Para futuros estudios se recomienda incrementar el número de bloques para incrementar la precisión en los resultados en las diferentes variables agronómicas.
- Se recomienda evaluar una mayor cantidad de cruces F1's, para tener mayores opciones de seleccionar materiales promisorios, especialmente con mayores contenidos de antocianinas.
- Para la selección de materiales de este tipo de maíz, debería también incrementarse el número de ambientes de evaluación, especialmente para estimar de mejor manera la interacción genotipo x ambiente.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, M. Suguimoto, D. Pastor, M. Reyes, Y. y Vallejos, P. (2018). *Planteamiento estratégico para la industria del Maíz peruano*, Pontificia Universidad Católica del Perú. Acceso en línea el 13 de feb. de 19 en:
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/11635>
- Begazos, J. (2013). *Marco de siembra en el rendimiento de maíz morado “ecotipo arequipeño” en la irrigación majes 2012 – 2013*, Universidad Nacional DE San Agustín de Arequipa. Acceso en línea el 5 de feb. de 20 en:
https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj2tf_LibvnAhVExVkKHUYNBCIQFjABegQIBhAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.unsa.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2FUNSA%2F4152%2FAGbetojl015.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw27HIUNw7nlDVjYO93Odis
- Borja, M. (2013). *Evaluación de dos ciclos de producción de semilla en dos variedades mejoradas de maíz morado (Zea mays) en Tumbaco – Pichincha*, Universidad San Francisco de Quito. Acceso en línea el 13 de feb. de 19 en:
<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2452/1/106792.pdf>
- Caicedo, M. (2012). *Programa de mejoramiento de maíz*, INIAP. Acceso en línea el 18 de feb. de 19 en: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/maiz/>
- Canessa, R. (2017). *Materias primas (commodities)*, Técnicas de trading. Acceso en línea el 13 de feb. de 19 en: <https://www.tecnicasdetrading.com/2010/05/materias-primas-commodities.html>

- Castañeda-Sánchez y Guerrero-Bletran, (2015). *Pigmentos en frutas y hortalizas rojas: antocianinas*, UDLAP. Acceso en línea el 18 de feb. de 19 en:
<http://web.udlap.mx/tsia/files/2016/05/TSIA-9-Castaneda-Sanchez-et-al-2015.pdf>
- Castillo y Velásquez, (2011). *Estudio del maíz morado como alimento funcional*, Departamento académico de Agroindustria UNS. Acceso en línea el 13 de feb. de 19 en: <https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/62.pdf>
- Caviedes, M. (1990). *Nueva variedad de maíz INIAP -192 (chulpi mejorado) para la Sierra ecuatoriana*, INIAP. Acceso en línea el 18 de feb. de 19 en:
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2557>
- Ccaccya, A. y otros, (2019). *Estudio comparativo del contenido de compuestos bioactivos y cianidina – 3 – glucósido del maíz morado de tres regiones del Perú*, Scielo. Acceso en línea el 01 de mayo de 20 de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2019000200008&script=sci_arttext
- Chalan, D. (2015). *Análisis de la oferta y la demanda del almacenamiento de maíz duro para el proyecto pacalori*, Universidad Nacional de Loja. Acceso en línea el 13 de feb. de 19 en:
<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11350/1/Luis%20Daniel%20Chalán%20Gualán.pdf>
- Climate-data.org, (2020). *Puembo clima*, climate data.org. Acceso en línea el 30 de mar. de 20 de: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/puembo-180518/>
- Conacyt, (2019). *Maíz*, Gobierno de México. Acceso en línea el 19 de feb. de 20 en:
<https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>
- EcuRed, (s/f). *Maíz morado*, EcuRed. Acceso en línea el 5 de feb. de 20 en:
https://www.ecured.cu/Ma%C3%ADz_morado

- Espinoza, J. (2017). *Evaluación de la adaptación de 3 variedades del cultivo de maíz morado en 3 fechas de siembra, en la comunidad de Maripaccana – Yauli- Huencavelica, Perú*. Universidad Nacional de Huancavelica. Acceso en línea el 20 de abr. de 20 de: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2166>
- FAO, (2017). *Datos mundiales cultivo de maíz*, Faostat. Acceso en línea el 13 de feb. de 19 en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- FAO, (1993). *El maíz en la nutrición humana*, FAO. Acceso en línea el 18 de feb. de 19. En: <http://www.fao.org/3/t0395s/T0395S00.htm#Contents>
- Galarza, M. (1981). *Variedades de Maíz para la sierra ecuatoriana*, INIAP. Acceso en línea el 18 de feb. De 19 en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/214/4/iniapscbd119.pdf>
- Garzón, G. (2008). *Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos Bioactivos: revisión*, Revista Scielo. Acceso en línea el 18 de feb. de 19 en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>
- Guillén, P. Velázquez, R. De la Curz, E. Márquez, C. y Osorio, R. (2018). *Germinación y vigor de semillas de poblaciones de maíz con diferente proporción de endospermo vítreo, Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra*, Revista Scielo. Acceso en línea el 7 de abr. de 20 de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v34n2/0719-3890-chjaasc-00304.pdf>
- Guillén, J. Mori, S. y Pucar, M. (2014). *Características y propiedades funcionales del maíz morado (Zea mays L.) var. Subnigroviolaceo*, revista Scielo. Acceso en línea el 10 de abr. de 19 de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172014000400005
- Inec, (2018). *Cifras consumo per cápita de maíz*, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Acceso en línea el 30 de septiembre de 2019 en:

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/PRESENTACION-Espac.pdf>

Indecopi, (2016). *Comisión Nacional contra la Biopiratería*, BIOPAT Perú. Acceso en línea el 30 de septiembre de 2019 en:

<https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/369580/Bolet%C3%ADn+N%C2%2B+Tema+MAÍZ+MORADO/26d8fe5c-e027-42d6-8a30-c4fb4b441782>

INIA, (2007), *Maíz INIA 615 – negro Canaán*, INIA Perú. Acceso en línea el 20 de abr. de 20 en: [https://www.inia.gob.pe/wp-](https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maiz-amilaceo/INIA_615.pdf)

[content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maiz-amilaceo/INIA_615.pdf](https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maiz-amilaceo/INIA_615.pdf)

INIA, (2004). *Maíz INIA 601*, INIA Perú. Acceso en línea el 2 de mar. de 2020 en:

https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maiz-amilaceo/INIA_601.pdf

Jansen y Flamme (2006). *Coloured potatoes (Solanum tuberosum L.) anthocyanin content and tuber quality*. Genetic Resources and crop Evolution. 53, 1321-1331. Acceso en línea el 2 de enero de 2020 de: <https://doi.org/10.1007/s10722-005-3880-2>

Lazo, R. (1999) *Fertilización potásica y fosfórica en el rendimiento de maíz morado (Zea mays L.) P.M. 581, El Cural - Arequipa. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo*, Escuela Profesional de Agronomía, UNSA. 1999, Arequipa. 146 pp.

Maizar, (2011). *El maíz, primero en el mundo*, Maizar.org. Acceso en línea el 13 de feb. de 19 en: <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=392>

Marquina, R. (2017). *Efecto de tres dosis de biol en el rendimiento de Zea mays L. var. Morado Caraz en Santiago de Chuco – La libertad*, Universidad Nacional de Trujillo. Acceso en línea el 19 de feb. de 20 en:

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9928/MARQUINA%20GÓMEZ%20ROSA%20MARÍA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez Girón, J., Martínez, J., García Hurtado, L., Cuaran, J., & Ocampo, Y. (2016).

Pigmentos vegetales y compuestos naturales aplicados en productos cárnicos como colorantes y/o antioxidantes, INVENTUM, 11(21), 51-62.

<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.11.21.2016.51-62>

Mendoza, N. (2017) *Contenido de antocianina y rendimiento de seis variedades de maíz*

morado en Canaán – Ayacucho, Perú. Universidad Nacional De San Cristóbal DE Huamainga. Acceso en línea el 20 de abr. de 20 de:

http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2658/TESIS%20AG1162_Men.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Naranjo, M. (2016). “*Extracción de antocianinas a partir de Coronta de maíz morado (Zea mays L.) para el aprovechamiento de residuos agrícolas*”, Universidad Técnica de

Ambato. Acceso en línea el 10 de abr. de 19 de:

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24479/1/BQ%20105.pdf>

Ortiz, M. Reza, C. Chew, R. y Meza, J. (2011). *Propiedades funcionales de las antocianinas,*

Revista de Ciencias Biológicas y de la sSalud. Acceso en línea el 18 de feb. de 19 en:

<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/download/81/75>

Oñate, L. (2016). *Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de*

maíz blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos,

Universidad Técnica de Ambato. Acceso en línea el 5 de feb. de 20 en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/Tesis->

[116%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20371.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/Tesis-116%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20371.pdf)

Paliwal, (2002). *Origen, evolución y difusión del maíz,* FAO. Acceso en línea el 13 de feb. de

19 en: <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s03.htm>

- Pinedo, R. (2015). “*niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado en la localidad de Canaán – Ayacucho*, Universidad Nacional Agraria la Molina. Acceso en línea el 5 de feb. de 20 de:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/952/T007370.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quispe F. Arroyo, K. y Gorriti, A. (2011). *Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado en Arequipa – Perú*, Scielo. Acceso en línea el 5 de febrero de 2020 en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v77n3/a06v77n3.pdf>
- Rojas, Y. (2018) *Influencia del índice de cosecha en las variedades de maíz morado PMV 582 y Canteño en el distrito de Motupe, Perú*. Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo. Acceso en línea el 20 de abr. de 20 de:
<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/4658/BC-TES-TMP-1960%20ROJAS%20MEJIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rosa, C. (2016). *Extracción de antocianinas en maíz negro cultivado en Tunshi – Chimborazo sometido a diferentes tratamientos térmicos para escalado*, ESPOCH. Acceso en línea el 4 de mar. de 20
<https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/539/html>
- Santos, M. y Guevara, M. (2017). *Densidad de siembra y comportamiento agronómico de tres variedades de maíz morado*, Revista ECIPerú. Acceso en línea el 5 de feb. de 20 de:
https://www.academia.edu/34371049/Densidad_de_siembra_y_comportamiento_agronomico_de_tres_variedades_de_ma%C3%ADz_morado_Zea_mayz_L
- Urias-Lugo D. A., J. B. Heredia, S. O. Serna-Saldivar, M. D. Muy-Rangel and J. B. Valdez-Torres (2015), *Total phenolics, total anthocyanins and antioxidant capacity of native and elite blue maize hybrids (Zea mays L.)*. CyTA- Journal of Food 13:336-339.

Yáñez, C. (2017). *INIAP-199 "Racimo de uva"*, INIAP. Acceso en línea el 18 de feb. de 19
en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4618/6/iniapscpd20.pdf>

Žilić S., A. Serpen, G. Akıllıoğlu, V. Gökmen and J. Vančetović (2012), *Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (Zea mays L.) kernels*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60:1224-1231

ANEXO A: RESULTADOS GERMINACIÓN

Tabla 16: Resultados Germinación

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Suma trat.	Media trat.
	(%) Germinación	(%) Germinación		
3x2 (8)	72.73	77.27	150.00	75.00
3x1 (15)	77.27	72.73	150.00	75.00
3x1 (14)	77.27	77.27	154.54	77.27
3x1 (31)	95.45	86.36	181.81	90.91
3x1 (18)	59.09	81.82	140.91	70.46
3x1 (12)	95.45	68.18	163.63	81.82
3x2 (28)	81.82	50.00	131.82	65.91
3x1 (6)	100.00	22.73	122.73	61.37
3x1 (29)	86.36	81.82	168.18	84.09
3x2 (5)	86.36	63.64	150.00	75.00
3x2 (30)	63.64	77.27	140.91	70.46
3x2 (2)	86.36	86.36	172.72	86.36
3x1 (11)	95.45	59.09	154.54	77.27
3x1 (26)	72.73	83.36	156.09	78.05
3x2 (3)	72.73	95.45	168.18	84.09
3x2 (27)	77.27	90.91	168.18	84.09
3x1 (16)	86.36	50.00	136.36	68.18
3x2 (9)	100.00	81.82	181.82	90.91
3x2 (25)	77.27	77.27	154.54	77.27
3x1 (24)	90.91	81.82	172.73	86.37
3x2 (21)	59.09	9.09	68.18	34.09
3x1 (13)	90.91	81.82	172.73	86.37
3x1 (1)	100.00	90.91	190.91	95.46
3x1 (34)	95.45	100.00	195.45	97.73
3x1 (17)	95.45	63.64	159.09	79.55
Suma rep.	2095.42	1810.63	3906.05	78.12

ANEXO B: RESULTADOS DE DÍAS A LA FLORACIÓN FEMENINA*Tabla 17: Resultados de días a la Floración femenina*

Tratamientos	Bloque 1 (Días) Floración	Bloque 2 (Días) Floración	Suma trat	media trat
3x2 (8)	99	99	198	99
3x1 (15)	91	89	180	90
3x1 (14)	96	93	189	94.5
3x1 (31)	93	89	182	91
3x1 (18)	105	110	215	107.5
3x1 (12)	107	105	212	106
3x2 (28)	101	101	202	101
3x1 (6)	101	105	206	103
3x1 (29)	93	96	189	94.5
3x2 (5)	96	93	189	94.5
3x2 (30)	91	91	182	91
3x2 (2)	89	93	182	91
3x1 (11)	105	110	215	107.5
3x1 (26)	96	96	192	96
3x2 (3)	99	96	195	97.5
3x2 (27)	99	101	200	100
3x1 (16)	101	107	208	104
3x2 (9)	101	101	202	101
3x2 (25)	107	96	203	101.5
3x1 (24)	89	89	178	89
3x2 (21)	105	96	201	100.5
3x1 (13)	93	91	184	92
3x1 (1)	93	93	186	93
3x1 (34)	93	89	182	91
3x1 (17)	110	99	209	104.5
Suma rep.	2453	2428	4881	97.62

ANEXO C: RESULTADOS DE ALTURA DE LA PLANTA

Tabla 18: Resultados altura de la planta

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	suma trat	media trat
	Altura planta (metros)	Altura planta (metros)		
3x2 (8)	2.63	2.43	5.06	2.53
3x1 (15)	2.40	2.40	4.80	2.40
3x1 (14)	2.43	2.93	5.36	2.68
3x1 (31)	2.13	2.50	4.63	2.32
3x1 (18)	2.20	2.53	4.73	2.37
3x1 (12)	2.63	2.50	5.13	2.57
3x2 (28)	2.37	1.83	4.20	2.10
3x1 (6)	2.30	1.83	4.13	2.07
3x1 (29)	2.70	2.80	5.50	2.75
3x2 (5)	2.33	2.57	4.90	2.45
3x2 (30)	2.57	2.73	5.30	2.65
3x2 (2)	2.60	2.83	5.43	2.72
3x1 (11)	2.43	2.53	4.96	2.48
3x1 (26)	2.60	2.53	5.13	2.57
3x2 (3)	2.37	2.40	4.77	2.38
3x2 (27)	2.73	2.73	5.46	2.73
3x1 (16)	2.63	2.80	5.43	2.72
3x2 (9)	2.23	2.37	4.60	2.30
3x2 (25)	2.30	2.53	4.83	2.42
3x1 (24)	2.80	2.80	5.60	2.80
3x2 (21)	2.60	2.37	4.97	2.49
3x1 (13)	3.03	3.27	6.30	3.15
3x1 (1)	2.97	3.00	5.97	2.98
3x1 (34)	2.43	2.30	4.73	2.37
3x1 (17)	2.20	2.40	4.60	2.30
suma rep.	62.63	63.91	126.54	2.53

ANEXO D: RESULTADOS INSERCIÓN DE LA MAZORCA PRINCIPAL

Tabla 19: Resultados inserción de la mazorca principal

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	suma trat	media trat
	Altura mazorca (metros)	Altura mazorca (metros)		
3x2 (8)	1.57	1.63	3.19	1.59
3x1 (15)	1.27	1.23	2.49	1.25
3x1 (14)	1.43	1.80	3.23	1.62
3x1 (31)	1.03	1.53	2.56	1.28
3x1 (18)	1.23	1.67	2.90	1.45
3x1 (12)	1.47	1.57	3.03	1.51
3x2 (28)	1.37	1.07	2.43	1.21
3x1 (6)	0.90	0.90	1.80	0.90
3x1 (29)	1.50	1.57	3.07	1.55
3x2 (5)	1.20	1.37	2.57	1.28
3x2 (30)	1.53	1.67	3.20	1.60
3x2 (2)	1.43	1.77	3.20	1.60
3x1 (11)	1.50	1.50	3.00	1.50
3x1 (26)	1.43	1.43	2.86	1.43
3x2 (3)	1.23	1.17	2.40	1.20
3x2 (27)	1.53	1.67	3.20	1.60
3x1 (16)	1.13	1.67	2.80	1.40
3x2 (9)	1.07	1.50	2.57	1.28
3x2 (25)	1.23	1.67	2.90	1.45
3x1 (24)	1.37	1.80	3.17	1.58
3x2 (21)	1.57	1.37	2.97	1.46
3x1 (13)	2.03	2.23	4.26	2.13
3x1 (1)	1.50	1.97	3.47	1.75
3x1 (34)	1.43	1.50	2.93	1.46
3x1 (17)	1.40	1.33	2.73	1.36

ANEXO E: RESULTADOS RENDIMINETO*Tabla 20: Resultados rendimiento en kilogramos*

	Bloque 1	Bloque 2		
Tratamientos	Rendimiento (kg)	Rendimiento (kg)	Suma trat	Media trat
(3x2) 8	2.3	0.8	3.1	1.55
(3x1) 15	2.0	1.6	3.6	1.8
(3x1) 14	2.9	3.5	6.4	3.2
(3x1) 31	1.6	1.9	3.5	1.75
(3x1) 18	1.3	1.8	3.1	1.55
(3x1) 12	2.9	1.9	4.8	2.4
(3x2) 28	2.7	1.1	3.8	1.9
(3x1) 6	2.0	1.6	3.6	1.8
(3x1) 29	2.4	2.1	4.5	2.25
(3x2) 5	1.9	1.5	3.4	1.7
(3x2) 30	1.1	1.1	2.2	1.1
(3x2) 2	2.4	2.4	4.8	2.4
(3x1) 11	2.2	2.5	4.7	2.35
(3x1) 26	2.0	0.6	2.6	1.3
(3x2) 3	1.5	1.7	3.2	1.6
(3x2) 27	2.3	1.6	3.9	1.95
(3x1) 16	2.1	1.5	3.6	1.8
(3x2) 9	1.2	1.7	2.9	1.45
(3x2) 25	1.6	1.8	3.4	1.7
(3x1) 24	3	1.5	4.5	2.25
(3x2) 21	1.1	0	1.1	0.55
(3x1) 13	2.9	2.1	5	2.5
(3x1) 1	2.1	2.3	4.4	2.2
(3x1) 34	2.9	2.3	5.2	2.6
(3x1) 17	2.5	1.2	3.7	1.85

ANEXO F: RESULTADOS DIÁMETRO DE LA MAZORCA

Tabla 21: Resultados diámetro de la mazorca

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Suma trat	media trat
	Diámetro de la mazorca (cm)	Diámetro de la mazorca (cm)		
(3x2) 8	4.52	5.07	9.60	4.80
(3x1) 15	4.35	4.95	9.30	4.65
(3x1) 14	4.77	4.87	9.65	4.82
(3x1) 31	4.20	5.05	9.25	4.62
(3x1) 18	4.40	4.50	8.90	4.45
(3x1) 12	4.72	4.15	8.87	4.43
(3x2) 28	4.95	4.67	9.62	4.81
(3x1) 6	4.52	4.60	9.12	4.56
(3x1) 29	4.77	4.72	9.50	4.75
(3x2) 5	4.97	4.90	9.87	4.93
(3x2) 30	4.27	4.50	8.77	4.38
(3x2) 2	4.77	4.52	9.30	4.65
(3x1) 11	4.50	4.82	9.32	4.66
(3x1) 26	4.92	4.75	9.67	4.83
(3x2) 3	4.75	4.57	9.32	4.66
(3x2) 27	4.70	5.07	9.77	4.88
(3x1) 16	4.72	4.77	9.50	4.75
(3x2) 9	4.45	4.75	9.20	4.60
(3x2) 25	4.37	3.12	7.50	3.75
(3x1) 24	4.52	4.82	9.35	4.67
(3x2) 21	4.32	4.92	9.25	4.62
(3x1) 13	5.10	4.57	9.67	4.83
(3x1) 1	4.85	4.90	9.75	4.87
(3x1) 34	4.75	4.22	8.97	4.48
(3x1) 17	5.00	0	5	2.50
Suma rep:	116.22	111.85	228.07	4.56

ANEXO G: RESULTADOS LARGO DE LA MAZORCA

Tabla 22: Resultados largo de la mazorca

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Suma trat	media trat
	Largo de la mazorca (cm)	Largo de la mazorca (cm)		
(3x2) 8	13.75	14.50	28.25	14.12
(3x1) 15	14.25	10.75	25.00	12.50
(3x1) 14	17.62	14.00	31.62	15.81
(3x1) 31	10.50	12.50	23.00	11.50
(3x1) 18	15.00	10.00	25.00	12.50
(3x1) 12	12.25	10.25	22.50	11.25
(3x2) 28	15.00	14.75	29.75	14.87
(3x1) 6	16.00	12.25	28.25	14.12
(3x1) 29	15.25	13.25	28.50	14.25
(3x2) 5	14.00	12.75	26.75	13.37
(3x2) 30	11.00	11.25	22.25	11.12
(3x2) 2	14.50	12.00	26.50	13.25
(3x1) 11	17.87	13.00	30.87	15.43
(3x1) 26	17.00	14.50	31.50	15.75
(3x2) 3	11.75	13.00	24.75	12.37
(3x2) 27	15.25	11.00	26.25	13.12
(3x1) 16	15.00	14.25	29.25	14.62
(3x2) 9	12.00	12.50	24.50	12.25
(3x2) 25	13.75	7.75	21.50	10.75
(3x1) 24	17.00	14.00	31.00	15.50
(3x2) 21	15.12	15.25	30.37	15.18
(3x1) 13	17.37	13.75	31.12	15.56
(3x1) 1	14.00	13.75	27.75	13.87
(3x1) 34	16.62	13.00	29.62	14.81
(3x1) 17	15.50	0	15.50	7.75
Suma rep:	367.37	304.00	671.37	13.42

ANEXO H: RESULTADOS NÚMERO DE GRANOS POR HILERA

Tabla 23: Resultados número de granos por hilera

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	suma trat	media trat
	# de granos por hilera	# de granos por hilera		
(3x2) 8	25.62	27.50	53.12	26.56
(3x1) 15	20.12	17.50	37.62	18.81
(3x1) 14	25.62	25.00	50.62	25.31
(3x1) 31	18.50	25.00	43.50	21.75
(3x1) 18	26.87	15.12	42.00	21.00
(3x1) 12	21.37	17.25	38.62	19.31
(3x2) 28	23.62	26.00	49.62	24.81
(3x1) 6	25.62	22.62	48.25	24.12
(3x1) 29	23.75	22.50	46.25	23.12
(3x2) 5	21.87	23.37	45.25	22.62
(3x2) 30	22.25	23.62	45.87	22.93
(3x2) 2	24.75	20.50	45.25	22.62
(3x1) 11	26.12	21.62	47.75	23.87
(3x1) 26	25.50	27.37	52.87	26.43
(3x2) 3	22.37	26.25	48.62	24.31
(3x2) 27	22.37	20.62	43.00	21.50
(3x1) 16	27.37	26.62	54.00	27.00
(3x2) 9	24.00	24.87	48.87	24.43
(3x2) 25	24.62	12.00	36.62	18.31
(3x1) 24	25.37	23.12	48.50	24.25
(3x2) 21	25.37	27.00	52.37	26.18
(3x1) 13	29.62	20.50	50.12	25.06
(3x1) 1	22.20	24.62	46.87	23.43
(3x1) 34	24.37	22.87	47.25	23.62
(3x1) 17	26.25	0	26.25	13.12
suma rep:	605.62	543.50	1149.12	22.98

ANEXO I: RESULTADOS NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA

Tabla 24: Resultados número de hileras por mazorca

	Bloque 1	Bloque 2		
Tratamientos	# de hileras por mazorca	# de hileras por mazorca	suma trat	media trat
(3x2) 8	11.00	12.50	23.50	11.75
(3x1) 15	11.00	12.25	23.25	11.62
(3x1) 14	11.00	14.50	25.50	12.75
(3x1) 31	11.00	12.50	23.50	11.75
(3x1) 18	9.75	12.00	21.75	10.87
(3x1) 12	15.00	12.75	27.75	13.87
(3x2) 28	14.00	14.00	28.00	14.00
(3x1) 6	12.25	10.00	22.25	11.12
(3x1) 29	13.00	13.50	26.50	13.25
(3x2) 5	14.50	14.00	28.50	14.25
(3x2) 30	12.75	12.00	24.75	12.37
(3x2) 2	14.00	11.25	25.25	12.62
(3x1) 11	10.75	13.50	24.25	12.12
(3x1) 26	11.75	10.75	22.50	11.25
(3x2) 3	14.25	13.00	27.25	13.62
(3x2) 27	11.00	11.50	22.50	11.25
(3x1) 16	12.50	12.75	25.25	12.62
(3x2) 9	13.25	12.50	25.75	12.87
(3x2) 25	12.50	7.50	20.00	10.00
(3x1) 24	11.75	15.00	26.75	13.37
(3x2) 21	12.50	15.00	27.50	13.75
(3x1) 13	12.00	12.00	24.00	12.00
(3x1) 1	12.25	13.25	25.50	12.75
(3x1) 34	12.50	12.00	24.50	12.25
(3x1) 17	13.75	0	13.75	6.87
suma rep:	310.00	300	610	12.2

ANEXO J: RESULTADOS CONTENIDO DE ANTOCIANINAS

Tabla 25: Resultados contenido de antocianinas

Contenido de antocianinas			
Tratamientos	Bloque 1 (mg/100g)	Bloque 2 (mg/100g)	Media trat
3x2 (8)	61.42	63.89	50.53
3x1 (15)	17.43	19.47	19.75
3x1 (14)	76.07	84.35	102.76
3x1 (31)	35.92	37.66	39.77
3x1 (18)	166.35	162.03	180.73
3x1 (12)	62.48	50.98	66.34
3x2 (28)	63.87	63.28	65.47
3x1 (6)	64.04	59.68	62.75
3x1 (29)	92.03	93.83	96.99
3x2 (5)	21.14	27.96	23.75
3x2 (30)	42.05	38.18	55.92
3x2 (2)	43.54	42.71	47.62
3x1 (11)	81.78	88.70	82.75
3x1 (26)	80.30	57.98	70.61
3x2 (3)	30.70	33.13	33.82
3x2 (27)	326.62	307.96	237.87
3x1 (16)	54.31	58.48	52.30
3x2 (9)	39.90	33.17	37.08
3x2 (25)	54.50	40.24	44.11
3x1 (24)	50.31	56.36	53.89
3x2 (21)	33.14	34.92	17.02
3x1 (13)	109.58	117.34	121.78
3x1 (1)	54.30	72.75	64.65
3x1 (34)	24.01	24.74	26.22
3x1 (17)	28.72	29.87	25.49
suma rep	1714.54	1699.72	67.20