

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Comportamiento agronómico de 33 familias de medios hermanos
de maíz morado (*Zea mays L.*) en Puenbo-Pichincha**

Francis Yolanda Aguirre Cando

Ingeniería en Agronomía

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

Quito, 04 de junio de 2021

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Comportamiento agronómico de 33 familias de medios hermanos de maíz morado (*Zea mays L.*) en Puenbo-Pichincha

Francis Yolanda Aguirre Cando

Nombre del profesor, Título académico

Mario Caviedes, PhD.

Quito, 04 de junio de 2021

© 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 la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Francis Yolanda Aguirre Cando

Código: 00139784

Cédula de identidad: 1719990143

Lugar y fecha: Quito, 04 de junio de 2021

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UNPUBLISHED DOCUMENT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>

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por permitirme llegar a este punto de mi vida, qué sin él, nada de esto hubiera sido posible.

A mis padres, Luis y Yolanda, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por sus valores, por confiar en mí, por la motivación constante que me ha permitido ser una mujer de bien, por enseñarme a trabajar y luchar para lograr todo lo que me proponga, pero más que nada, por su amor incondicional.

A mis hermanos, José Luis y María Elizabeth, por ser mi orgullo, mi ejemplo a seguir y los mejores profesionales que conozco. Por estar siempre conmigo cuando más los he necesitado.

A mi ángel, Angélica que desde el cielo me ha permitido demostrarle lo lejos que puedo llegar y sin ella, no me hubiera convertido en la persona que soy hoy y en la profesional que seré mañana. Estoy cumpliendo los sueños que teníamos juntas.

A mi tía Roció, mi segunda madre, por ser el pilar fundamental en este proceso, por demostrarme que no importa lo dura que puede ser la vida, siempre hay una luz al final del camino. Espero algún día, ser tan fuerte como tú.

A todos mis profesores durante mi vida universitaria. En especial a Mario Caviedes, por haber sido esa guía desde el primer día hasta el último, por compartirme su experiencia, sus conocimientos que me permitieron crecer y primordialmente por la ayuda que me brindó en la realización del trabajo de titulación.

Y a mí, que estoy segura de que mis objetivos y sueños planteados darán fruto en el futuro, empiezo a ver la meta desde lejos.

RESUMEN

El maíz (*Zea mays*) es uno de los cereales que más se cultiva en el Ecuador y es producido por un gran número de pequeños productores, además es importante para la producción nacional y la economía local y regional. Posee un gran valor nutricional, en especial el maíz morado, que contiene altos niveles de antocianinas y polifenoles que tiene efectos favorables para la salud humana. El objetivo general de la presente investigación, fue evaluar nueve características agronómicas de 34 familias de maíz morado (*Zea mays L.*). El experimento de campo se realizó en la Granja Experimental de la Universidad San Francisco de Quito, en una superficie de 149,7 m² y una parcela neta de 4,4 m² para cada familia. Este estudio, presenta los resultados del segundo ciclo de selección de medios hermanos. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 34 tratamientos (Familias de medios hermanos), distribuidas en 2 bloques o repeticiones. Las variables evaluadas fueron: días a la floración femenina, altura de la planta, altura de inserción de la mazorca, diámetro del tallo, peso de la mazorca, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por mazorca. La prueba de significación utilizada para determinar la diferencia entre medias de tratamientos en 8 de las características evaluadas fue Tukey ($p < 0.05$). El peso promedio de las mazorcas de las familias evaluadas fue de 76,85 gr, longitud de mazorca de 12,44 cm, número de hileras por mazorca de 11,39 y el número de granos por hilera de 17,82. En los días a la floración femenina se clasificó a las familias según su periodo vegetativo que fue precoces, intermedias y tardías. Las familias de medios hermanos que presentaron las mejores características agronómicas fueron la 2, 3, 6, 7, 9, 22, 27 y 29, las cuales deben ser consideradas prioritariamente, para el desarrollo de una nueva variedad experimental.

Palabras clave: antocianinas, familias, maíz, peso de mazorca, variables.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays*) is one of the most widely cultivated cereals in Ecuador and is produced by a large number of small producers, it is also important for national production and the local and regional economy. It has great nutritional value, especially purple corn, which contains high levels of anthocyanins and polyphenols that have favorable effects on human health. The general objective of the present investigation was to evaluate nine agronomic characteristics of 34 families of purple corn (*Zea mays L.*). The field experiment was carried out at the Experimental Farm of the Universidad San Francisco de Quito, in an area of 149.7 m² and a net plot of 4.4 m² for each family. This study presents the results of the second cycle of selection of half siblings. The Completely Random Block Design (DBCA) was used with 34 treatments (Half-sib families), distributed in 2 blocks or repetitions. The variables evaluated were: days to female flowering, plant height, ear insertion height, stem diameter, ear weight, ear length, ear diameter, number of rows per ear and number of kernels per ear. The significance test used to determine the difference between treatment means in 8 of the evaluated characteristics was Tukey ($p < 0.05$). The average weight of the ears of the families evaluated was 76.85 gr, ear length of 12.44 cm, number of rows per ear of 11.39 and the number of grains per row of 17.82. In the days to female flowering, families were classified according to their vegetative period, which was early, intermediate and late. The half-sib families that presented the best agronomic characteristics were 2, 3, 6, 7, 9, 22, 27 and 29, which should be considered as a priority, for the development of a new experimental variety.

Keywords: anthocyanins, families, corn, ear weight, variables.

TABLA DE CONTENIDO

I. Introducción	11
1.1. Antecedentes	11
1.2. Justificación	13
II. Marco teórico	16
2.1. Descripción botánica.....	16
2.2. Genética del color (antocianinas)	17
2.2.1. Importancia de las antocianinas y fenoles	17
2.2.2. Efecto de las antocianinas en la salud humana.....	18
2.3. Mejoramiento genético	20
2.3.1. Sistema de selección.....	20
2.3.2. Familia de medios hermanos	21
2.4. Adaptación y rendimiento de las variedades de maíz especialmente en la zona alto andinas	22
2.5. Usos (productos agroindustriales)	23
III. Objetivo e Hipótesis	24
3.1. General.....	24
3.2. Específicos	24
3.3. Hipótesis	25
IV. Materiales y Métodos	25
4.1. Material biológico.....	25
4.2. Método de manejo del experimento.....	25
4.3. Métodos estadísticos	26
4.3.1. Diseño experimental.....	26
4.3.2. Análisis de la variancia de acuerdo al DBCA	27
4.3.3. Estimación de varianza.....	27
4.3.4. Variables a evaluar	27
V. Resultados	28
5.1. Días a la floración femenina	28
5.2. Altura de la planta.....	29
5.3. Altura de inserción de la mazorca.....	31
5.4. Diámetro del tallo	32
5.5. Peso de la mazorca.....	33

5.6.	Longitud de la mazorca.....	35
5.7.	Diámetro de la mazorca	36
5.8.	Número de hileras por mazorca	37
5.9.	Número de granos por hilera	38
VI.	Discusión.....	40
VII.	Conclusiones	45
VIII.	Recomendaciones	46
IX.	Referencias Bibliográficas	46
X.	Anexos.....	54
10.1.	Anexo A: Distribución del experimento en campo.....	54
10.2.	Anexo B: Días a la floración femenina	55
10.3.	Anexo C: Altura de la planta.....	56
10.4.	Anexo D: Altura de la inserción de la mazorca	57
10.5.	Anexo E: Diámetro del tallo.....	58
10.6.	Anexo F: Peso de la mazorca	59
10.7.	Anexo G: Longitud de la mazorca	60
10.8.	Anexo H: Diámetro de la mazorca.....	61
10.9.	Anexo I: Número de hileras por mazorca	62
10.10.	Anexo J: Número de granos por mazorca	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: ANOVA de la variable altura de planta de los 33 tratamientos.....	30
Tabla N° 2: Prueba de Tukey de la variable altura de planta de los 33 tratamientos	30
Tabla N° 3: ANOVA de la variable altura de inserción de la mazorca de los 33 tratamientos	31
Tabla N° 4: Prueba de Tukey de la variable altura de inserción de mazorca de los 33 tratamientos	32
Tabla N° 5: ANOVA de la variable diámetro del tallo de los 33 tratamientos	32
Tabla N° 6: Prueba de Tukey de la variable diámetro del tallo de los 33 tratamientos .	33
Tabla N° 7: ANOVA de la variable peso de la mazorca de los 33 tratamientos.....	34
Tabla N° 8: Prueba de Tukey de la variable peso de la mazorca de los 33 tratamientos	34
Tabla N° 9: ANOVA de la variable longitud de mazorca de los 33 tratamientos.....	35
Tabla N° 10: Prueba de Tukey de la variable longitud de mazorca de los 33 tratamientos	36
Tabla N° 11: ANOVA de la variable diámetro de la mazorca de los 33 tratamientos...	36
Tabla N° 12: Prueba de Tukey de la variable diámetro de la mazorca de los 33 tratamientos	37
Tabla N° 13: ANOVA de la variable número de hileras por mazorca de los 33 tratamientos	37
Tabla N° 14: Prueba de Tukey de la variable número de hileras por mazorca de los 33 tratamientos	38
Tabla N° 15: ANOVA de la variable número de granos por mazorca de los 33 tratamientos	39
Tabla N° 16: Prueba de Tukey de la variable número de granos por mazorca de los 33 tratamientos	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico N° 1: Días a la floración femenina por tratamiento	29
--	----

I. Introducción

1.1. Antecedentes

El maíz (*Zea mays*) es originario de Centro América y de los valles interandinos, a través del tiempo, el cultivo se extendió al resto del mundo por su adaptabilidad a climas diversos, composición, apariencia, textura y color de grano (Sotomayor, 2013). Los tipos de maíz que tienen mayor importancia a nivel mundial son los harinosos, duros, dulces, reventones, dentados, y cerosos. De los cuales, existe una mayor demanda del duro, dentado y harinoso, por lo que la producción nacional de maíz en Ecuador se prioriza en esos tipos, pero no logran cubrir la demanda de los mercados y se debe importar (Paliwal et al., 2014).

Los productores y campesinos utilizan semillas introducidas de origen nativo donde no son certificadas y mejoradas, que tienen certificación, que ingresa a la sierra ecuatoriana con muy poco control fitosanitario por parte de las autoridades, además de que se aplica fertilizantes sin ninguna supervisión y sin realizar un análisis de suelos respectivo para conocer cuáles son los requerimientos. Por lo que existe un desconocimiento en cuanto a que fertilizante utilizar, en qué etapa del cultivo aplicar y cual dosis es la que se recomienda para las zonas de producción de maíz morado. Los factores que se mencionaron anteriormente, originan que exista una producción sensible a factores abióticos y bióticos adversos, lo que da como resultado que al momento de la cosecha no exista un rendimiento adecuado, una baja calidad de grano y que el contenido de antocianinas en el grano y la tusa del maíz morado sea bajo (Pinedo, 2015). Las principales zonas que producen maíz morado lo hacen por medio de una agricultura familiar, con prácticas tradicionales y por lo cual, deben enfrentar la falta de información, no hay asistencia técnica en el manejo integrado de plagas (MIP), bajo control en la

aplicación de fertilizantes, escasa disponibilidad y acceso a semillas de calidad (INIAP, 2016).

Por otro lado, el maíz morado no tiene un área importante de siembra y es uno de los tipos de maíz que menos se cultivan en Ecuador, por ende, no tiene suficiente disponibilidad de semilla como los demás, de forma que no existe volúmenes de producción altos ni productividad por lo que no se puede abrir nuevos mercados. Su principal problemática es que existe poca disponibilidad de variedades y semillas certificadas ya que actualmente solo se puede encontrar en el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP) y solo hay una variedad de maíz morado como es INIAP-199 “Racimo de Uva” (INIAP, 2016). Aun, cuando el rendimiento del cultivo es similar con los tipos de maíz tradicionales, no ha conseguido que los agricultores quieran sembrarlo ni difundirlo.

El uso limitado y la escasa información que se ha dado acerca del maíz negro, son una de las varias causas por las que actualmente existe una reducida disponibilidad de variedades mejoradas, y el mejoramiento genético de este tipo de maíz depende de la formación de poblaciones que se desarrollan por medio de diferentes ciclos de selección hasta que se obtenga materiales similares que puedan ser liberados como variedades (Díaz, 2014). Hay limitado conocimiento, difusión, e investigación sobre los valores del índice de cosecha en maíz negro, ya que es fundamental para formar variedades con alta capacidad productiva, pese a la existencia de la variabilidad genética poco aprovechada (Salahuana, 2017).

El color del maíz morado se debe principalmente a su contenido de antocianinas, donde en la tusa existe una mayor proporción, mientras que en el pericarpio del grano hay una menor proporción (Manzano, 2016). Los pigmentos son los responsables de que se tenga una diversidad de colores en los cereales, vegetales y frutas, por medio de las

antocianinas que parten desde el color rojo hasta el azul. Actualmente, los usos de colorantes de origen natural han aumentado en las industrias farmacéuticas y cosméticas ya que algunos colorantes sintéticos tienen toxicidad, por lo que poco a poco lo natural va reemplazando lo sintético (Medina, 2012).

En los últimos años el ataque de plagas y enfermedades se ha incrementado, debido a que las siembras se realizan en cualquier época del año, lo que permite el crecimiento de la población de estas, y puede ocasionar pérdidas de hasta un 40% del grano (INIAP, 2016). En relación con las plagas en los estadios iniciales del cultivo, la presencia del gusano cortador (*Agrotus ipsilon*) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) pueden constituir plagas de importancia económica, cuando no se haya realizado una adecuada preparación del terreno antes de la siembra. Por otro lado, la mazorca de maíz es atacada en su mayoría por el gusano de la mariposa (*Heliothis zea*) y la mosca (*Euxesta eluta*). Estas plagas causan una gran disminución en la producción, calidad y rendimiento del producto final (grano seco o choclo) (Guacho, 2014). En las enfermedades se puede encontrar la pudrición de la mazorca (*Fusarium moniliforme*) es una de las más graves para el maíz ya que causa la mayor pérdida de rendimiento, disminuyendo el valor comercial del grano y produciendo sustancias tóxicas muy perjudiciales para la salud humano y de los animales (Hernández, 2014).

1.2. Justificación

El maíz es uno de los más importantes granos en el Ecuador, se cultiva a lo largo del territorio y en todas las regiones, excluyendo los páramos y subpáramos o regiones de bosques andinos degradados, con siembras concentradas en las provincias de Loja, Azuay y Pichincha, y en menor producción en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Tungurahua e Imbabura en la zona interandina. Es uno de los cultivos más significativos para la economía local y nacional, por el alto consumo e incidencia social, además que

más de las tres cuartas partes de la producción, procede de varias familias campesinas (Sotomayor, 2013).

El maíz en cada una de sus variedades pertenece al conjunto de cereales y tiene porciones relevantes de almidón en el 80%, proteínas con el 11%, azúcar con el 10%, minerales, vitamina B con el 2%, incluidos en el endospermo (grano independiente de la cubierta) (Medina, 2012). Juntamente con el valor nutricional, el maíz morado posee una estructura de fitoquímicos, primordialmente antocianinas y compuestos fenólicos, que tienen efectos favorecedores en el cuerpo humano. Tiene aceite, un gran porcentaje de almidón, vitaminas, proteínas y los minerales que más se utiliza como el fosfato, hierro, antocianinas y niacina (Sierra Exportadora, 2013).

El maíz morado es exclusivo en el planeta por tener la tusa, brácteas y granos con una coloración morada, gracias a las antocianinas que contiene pigmentos naturales hidrosolubles que están vinculados a los flavonoides-glucósidos de las antocianidinas. En el maíz, la proporción de antocianinas varía según la variedad de maíz (genotipo), de las condiciones que se encuentren en el medio ambiente donde crece la planta y el órgano de la planta (Duangpapeng et al., 2019). Se ha llevado a cabo, diversos estudios e investigaciones sobre el colorante, sus usos y los efectos de sus características antioxidantes para la salud. Dichos pigmentos incorporan un potencial elevado para la obtención de productos con costo añadido como es la harina, mermelada, gelatina, yogurt o bebidas moradas que está dirigido al consumo específicamente de los humanos, y que va a lograr reemplazar a los colorantes sintéticos de los alimentos y finalmente, a los productos farmacéuticos y cosméticos, ya que las antocianinas actúan como antioxidante con un efecto inmediato y eficiente para eliminar los radicales libres que existen (Sierra Exportadora, 2013). Asimismo, presentan varios efectos anticancerígenos,

antiinflamatorios, antidiabéticos, terapéuticos para disminuir la enfermedad coronaria, mejora el comportamiento cognitivo y la agudeza visual (Garzón, 2018).

En todo cultivo, la presencia de plagas y enfermedades es evidente, por lo que los productores y campesinos tienen que enfrentarse a esta realidad, pero la falta de información hace que no tengan un buen control de manejo integrado de plagas (MIP) y pierdan parcial o total sus cultivos. Para tener un mejor control de plagas del maíz morado, se recomienda en el gusano, el uso de aceite comestible ya que permite taponar los espacios entre los pelos del choclo y las brácteas (cutul), imposibilitando la penetración de las larvas a la mazorca (Deras, 2016). Cuando se realiza un control oportuno del gusano de la mazorca indirectamente ya se está controlando la enfermedad de la pudrición de la mazorca (INIAP, 2016). Para evitar estos problemas se debe utilizar el uso de semilla certificada, desinfectar, eliminar del campo las plantas enfermas y destruirlas, cosechar a tiempo y secar bien las mazorcas para lograr almacenarlas.

La siembra de maíz morado por parte de los campesinos y productores podría ser una opción beneficiosa y por consiguiente una alternativa para relacionar al pequeño productor con los compradores, debido a que con la comercialización de la tusa, brácteas y grano con elevado contenido de antocianinas lograrían obtener cinco veces más los ingresos que haciéndolo de una forma tradicional. La demanda ha aumentado en los últimos años por parte de las industrias cosméticas, farmacéuticas y alimentaria ya que buscan sustituir los colorantes sintéticos por los naturales (Jing et al., 2017). En la actualidad, existe reducida disponibilidad de semilla certificada de maíz morado, lo que hace que el mercado no se encuentre abastecido de volúmenes suficiente de semilla de calidad. Por lo cual la producción de maíz morado permitirá aumentar la oferta del producto, de una manera eficiente y económica.

II. Marco teórico

2.1. Descripción botánica

El maíz morado (*Zea mays L.*) es de la familia de las gramíneas, donde la mazorca posee una coloración negruzca y tiene una gran importancia económica (Bonilla, 2018). En la descripción botánica se considera que tiene dos tipos de raíces, la fibrosa que es primaria y adventicia que es la secundaria. Nacen principalmente de los nudos que se localiza sobre la superficie del suelo y tienen como objetivo ser el anclaje de la planta o mantenerla erecta. El tallo es simple, robusto, no se encuentra ramificaciones, cuenta con tres capas que es la epidermis transparente, exterior e impermeables, además de cuenta con una pared que permite que circulen todas las sustancias alimenticias, la médula que es un tejido blanco que va almacenando todas las reservas alimenticias que contienen azúcar y la epidermis que protege de los ataques que recibe por parte de las plagas y enfermedades (Álvarez, 2018). La planta puede llegar alcanzar medio metro a cuatro metros de altura según la variedad. Las hojas son largas, alternas, tienen un gran tamaño, forman una prolongada vaina íntimamente enrollada al tallo, donde tienden a nacer las mazorcas o espigas y un limbo alargado, blando y ancho. El número de hojas va entre los 8 y 25 (Echeverría y Muñoz, 2015).

La inflorescencia femenina tiene una forma de plumero donde las espigas van creciendo en las axilas de las hojas para posteriormente convertirse en la mazorca (Guacho, 2014). Al ser una planta monoica con flores unisexuales, su inflorescencia va a ser femenina y masculina. La inflorescencia femenina son las mazorcas una vez que fueron fecundadas por los granos de polen, se encuentran en las hojas en las yemas axilares. Se localiza en el raquis, donde se tiene una espiga en forma cilíndrica y se debe insertar cada espiga en una fértil, una abortiva y dos flores pistiladas (Sánchez, 2014). La inflorescencia masculina tiene una espiga o panícula, tiene con una coloración amarilla

donde tiene millones de granos de polen, cada flor va a formar parte de la panícula que cuenta con tres estambres para que se desarrolle el polen, es terminal y está compuesta por las ramas laterales y el raquis (Yáñez et al., 2013).

En la mazorca, se va a desarrollar frutos por medio del grano que va a ser completamente independiente y se encuentra implantado en el raquis cilíndrico y la cubierta del fruto es el pericarpio. La cantidad de granos serán el producto del número hileras por mazorca y el número de granos por hilera. Es una variedad única en poseer la coronta y los granos de color morado, debido al pigmento llamado antocianinas (Guacho, 2014).

2.2. Genética del color (antocianinas)

2.2.1. Importancia de las antocianinas y fenoles

A las antocianinas se les conoce como un tipo de flavonoides complejos, se caracteriza por su gran resultado de antioxidantes al momento de comenzar con la formación de colágeno, que va a ir mejorando la microcirculación mediante promoción de la regeneración de los tejidos mediante la promoción del flujo de sangre y la reducción del colesterol. Además, que dentro de las vacuolas de las células vegetales se va a encontrar pigmentos hidrosolubles que tienen una coloración roja, azul y morada en los frutos, hojas y flores de la planta (Aguilera et al., 2017). Son importantes por el beneficio que tiene para la salud de las personas, se las utiliza como colorantes naturales, así como también en el procesamiento de alimentos que va a influir en el comportamiento tecnológico de las características sensoriales de los mismos. (Herrera, 2017).

Los antioxidantes tienen compuestos fenoles fuertes que tienen como objetivo proteger el ADN de los efectos oxidativos y las membranas de las células nocivos de los radicales libres, ya que buscan prevenir enfermedades cardiovasculares, reducir el

colesterol, fortalecer el sistema inmunitario, aumentar el flujo sanguíneo y proporcionar protección celular. Además, ayudan a mejorar la visión y minimizar los procesos degenerativos del cuerpo humano (Castañeda, 2010).

2.2.2. Efecto de las antocianinas en la salud humana

El maíz morado cuenta con una fuente rica de antioxidantes que ayuda a prevenir varias enfermedades del sistema circulatorio, es antiinflamatorio, influye en la regeneración del tejido, e interviene en la función cardiovascular, es anticoagulante, regula el envejecimiento, es anticancerígeno y controla la diabetes (Aguilera et al., 2017). La lista de propiedades nutricionales del maíz morado es extensa, por su contenido de antocianina, tiene una gran fuente de carbohidratos y no contiene gluten. Se debe aprovechar todas estas propiedades, consumiendo diariamente en una dieta balanceada (Herrera, 2017).

El sistema circulatorio con el aporte de las antocianinas que se encuentran en el maíz morado promueve la circulación sanguínea, estabiliza y protege los vasos sanguíneos, además ayuda a los capilares del daño oxidativo para mejorar la microcirculación (Huamanchuma, 2013). Los resultados de diferentes estudios epidemiológicos, proporcionaron respuestas favorables para el consumo diario de alimentos ricos en compuesto polifenólicos que están asociados con una reducción considerable del riesgo de en un futuro desarrollar enfermedades cardiovasculares (Aguilera et al., 2017).

La actividad antiinflamatoria se localiza en la principal antocianina C3G que se halla en el maíz morado, donde se ha demostrado que tiene una acción antiinflamatoria que proporciona una base bioquímica en el uso de C3G como un factor funcional y de alimento, también tiene un impacto en la prevención de males inflamatorios inducidos mediante el óxido nítrico (Herrera, 2017).

Las regeneraciones del tejido dependen de las antocianinas de forma que se consiga promover la formación del colágeno y la estimulación de la regeneración del tejido conectivo. Cuando se agrega maíz morado a una dieta balanceada, se puede eliminar enzimas corporales que ayudan a sintetizar los ácidos grasos, lo que lograría ser favorable para evitar la obesidad y la diabetes (Aguilera et al., 2017).

Las antocianinas funcionan como anticoagulante ya que una de las principales ventajas del consumo es que se evita que se formen coágulos en las arterias, la sangre se hace menos espesa, previene varias de las enfermedades cardíacas y protege los vasos sanguíneos (Sánchez, 2014).

El envejecimiento ocurre a todas las personas, por lo que consumir alimentos que contengan antocianinas reduce los radicales libres que existen en el cuerpo humano, representa la causa principal del proceso natural de envejecimiento celular. El efecto que tiene es muy similar al resveratrol, un compuesto que se encuentra presente en la cáscara de la uva, que es popular en la industria cosmética por la acción de antienvjecimiento (Sánchez, 2014).

Por su acción antioxidante es anticancerígeno. Actualmente, se ha obtenido información que el maíz morado puede reducir el cáncer al colon. Además, que el componente químico que produce la coloración tiene una capacidad antioxidante y una mayor cinética anti radical en comparación con las moras y una cantidad superior o similar en contenido antocianínico y fenólico. De la misma forma, la fibra ayuda a regular la glucosa en la sangre por lo que es muy recomendable en los problemas renales y diabetes (Sánchez, 2014).

2.3. Mejoramiento genético

2.3.1. Sistema de selección

El sistema de selección es un método que se ha utilizado desde la antigüedad para la producción y el mejoramiento de nuevas variedades. Se debe tener en claro que existe la selección natural que es por medio de la naturaleza, dura mucho tiempo y la selección artificial que lo hace el hombre con un fin claro (Miranda, 2014). Al momento de elegir un sistema de selección, va a depender de las necesidades del momento, las poblaciones que se van a utilizar, el tiempo este dentro de lo esperado, cuanto se demora en desarrollar el germoplasma y finalmente, el fin con el que se inició el programa de mejoramiento (Saquimux, 2011).

Los métodos de selección se dividen en genotípica que es la selección del comportamiento de su progenie que puede ser en la selección de hermanos, de medios hermanos y finalmente la progenie autofecundada y fenotípica que es mediante una selección masal del fenotipo de la planta (Bonilla, 2018).

Existe los siguientes sistemas de selección:

Selección individual, donde su base principal son las características fenotípicas deseables, se puede trabajar de una forma más fácil y los resultados son más rápidos. Se selecciona de una forma visual, ya que las características deben ser identificadas fácilmente para lograr descartar plantas enfermas, cloróticas, quebradas, etc. Tiene como finalidad purificar a las variedades criollas (Cervantes et al., 2015).

Selección Masal, se utiliza con mayor frecuencia en el mejoramiento del maíz según las apariencias fenotípicas de la planta. Es eficiente para la selección de característica cuantitativas y cualitativas con una alta heredabilidad. Es un método, en el que las plantas van a ser elegidas por medio de su fenotipo para lograr una mejora

considerable. Las semillas de cada planta que fueron seleccionadas se va a partir por igual para el siguiente ciclo de selección y de siembra (Saquimux, 2011).

Selección Familiar, son los tipos de familias presentes en la selección de hermanos, medios hermanos y autofecundación. Para realizar este sistema se debe acabar con un ciclo que va a tener tres etapas como es conseguir las familias, probar las mismas y seleccionar las mejores y finalmente, lograr obtener una recombinación genética. Por otra parte, cualquiera que sea la familia, en cada una de las tres etapas se debe tener algunas pautas de campo para alcanzar lo esperado y acabar todo un ciclo completo que puede durar varios años (Biasuti, 2017).

Selección Combinada, se utilizan dos métodos básicos como la selección individual (intrafamiliar) y selección familiar (interfamiliar). La intrafamiliar es el método donde se debe elegir a los mejores individuos dentro de las familias que fueron elegidas, mientras que los interfamiliares es la selección entre las familias con base en las mediciones que se obtuvieron en varios ambientes probados. Por lo que va a depender de la clase de familia que se va a utilizar y la polinización (Saquimux, 2011).

Selección recurrente, que tiene como objetivo incrementar gradualmente los alelos favorables de la herencia cuantitativa de forma que se mantenga una alta variabilidad genética para que las poblaciones mejoren a lo largo del tiempo. Se clasifican en intrapoblacional porque solo existe una población y su respuesta tiende a ser directa en la población per se, mientras que la interpoblacional tiene más de dos poblaciones y su respuesta es directa de acuerdo al cruce de sus poblaciones (Cervantes et al., 2015).

2.3.2. Familia de medios hermanos

Es una selección donde solo tienen a un padre en común, esto se da en las plantas alógamas que deben tener una polinización libre, entonces las semillas producidas por la

planta dan como resultado familia de menos hermanos maternos. En el cultivo de maíz, cada una de las mazorcas de polinización libre da lugar a una familia de este tipo (Pasquel, 2016).

La selección se realiza por medio de las familias de medios hermanos y de la misma forma por las medias de la población que indicará el promedio de las familias para conocer cuáles son las mejores. Las principales ventajas de utilizar este método de selección es que en cada ciclo que se realice se va a alcanzar la heredabilidad de sus caracteres previamente seleccionados y la varianza genética aditiva (Díaz, 2010).

2.4. Adaptación y rendimiento de las variedades de maíz especialmente en la zona alto andinas

El maíz es uno de los cultivos más utilizados en el Ecuador y mucho más en la sierra por la superficie sembrada, además que cumple es fundamental para la dieta de todos los ecuatorianos (Yáñez et al., 2010).

El INIAP (2016), ha liberado la variedad INIAP 199 “Racimo de uva” que es resultado de varias investigaciones durante 10 años y de un proceso de mejoramiento. Sus principales características es que se adaptan a zonas alto andinas en latitudes de 2400 a 3000 msnm, la tusa y el grano es de color morado y el rendimiento es de 2 a 4 t/ha.

En Perú existen varias variedades de maíz morado que son nativas y mejoradas como las siguientes:

Variedad Canteño, se deriva de la raza Cusco por lo que tiene características similares en la mazorca, se adapta a la sierra del Perú principalmente a las zonas altas, con una altitud de 1800 a 2500 msnm, es de origen Huanta, los días de floración va entre los 110 a 125 días, tiene un rendimiento de 2,5 a 4,2 t/ha (Ramos, 2018).

Variedad INIA 601-Negro INIA, se utiliza para polinización abierta, es una variedad mejorada por lo que el origen es en la Estación Experimental Agraria Baños del Inca-Cajamarca. Se adapta a altitudes de 2490 a 3175 msnm, los días de floración femenina es de 98 a 115 días, un rendimiento potencial de hasta 6 t/ha y rendimiento en campo de 3t/ha (Medina et al., 2020).

Variedad INIA 615-Negro Canaán, es una variedad mejorada que se desarrolló por medio de una colección de 36 cultivares, por medio de la selección de medios hermanos en 9 ciclos. Sus principales características es el contenido de antocianinas, una mejor calidad de mazorca y tusa, se adapta a los valles interandinos por encima de los 2700 msnm, tiene un rendimiento de potencial de 9,5 t/ha, rendimiento comercial de 7,8 t/ha y los días de floración femenina es de 92 a 110 días (INIA, 2017).

2.5. Usos (productos agroindustriales)

El uso alimenticio del maíz se encuentra dentro de los cultivos más utilizados en Latinoamérica. Los principales que se consumen y no pueden faltar es el arroz, trigo, maíz, papas, entre otros (FAO, 2011).

En Ecuador, no es un cultivo más, de hecho, con el pasar de los años se ha ido industrializando he introduciéndose más en el mercado, lo que ha ocasionado que se le de diversos usos culinarios dependiendo de la provincia, sus tradiciones, creencias y gustos ya que se han ido creando diversos platos a base de maíz morado (Medina et al, 2020). La disponibilidad de este maíz es durante todo el año, pero mucho más para finales de octubre inicios de noviembre que empieza el día de los difuntos y es cuando las personas más se reúnen a hacer la colada morada que es a base de harina de maíz morado (Echeverría y Muñoz, 2015).

Actualmente, la industria lo utiliza para obtener colorante natural, por medio de la coronta ya que tiene un alto contenido de antocianinas. Este pigmento es buscado para dar coloración a los productos lácteos, vegetales, panadería, bebidas, conservas, jaleas, mermeladas, jarabes, confitadas, frutas en almíbar y sopas. Además, su uso está en aumento en las industriales textiles, cosméticas y farmacéuticas (Guillen et al., 2017).

En Ecuador, se utiliza el maíz morado para la preparación de chicha morada, conservas, gelatina morada, yogurt, frituras, confites y la harina para elaborar colada morada, tamales, pastas y risotto (Soto et al., 2013).

En Perú, la agroindustria del maíz morado se basa en la transformación del grano y el choclo en harina, empanadas, bebidas como mazamorra morada y chicha morado, mote, frituras, helados, pastelería, turrone, hojuelas de maíz y bizcochos (Chinchizola et al., 2017).

III. Objetivo e Hipótesis

3.1. General

Evaluación de diferentes características agronómicas de 33 familias de maíz morado (*Zea mays L.*).

3.2. Específicos

- Cuantificar las diferencias en altura de la planta, altura de inserción la mazorca y los días de floración en las familias.
- Estimar el rendimiento y sus componentes en las familias.
- Seleccionar las mejores familias en base a nueve características agronómicas.
- Con base en el comportamiento agronómico de las familias, generar una variedad experimental.

3.3. Hipótesis

Existe una respuesta positiva y diferencial en las familias de medios hermanos de maíz morado para incrementar el rendimiento y otras características agronómicas.

IV. Materiales y Métodos

4.1. Material biológico

Se utilizó selecciones de plantas individuales que presentaban las mejores características agronómicas, derivadas de cruzamientos de tres poblaciones de maíz morado de diferentes orígenes. Estas selecciones generaron las familias de medios hermanos que han sido evaluadas por dos ciclos; este estudio presenta la evaluación del segundo ciclo, de este método de selección.

4.2. Método de manejo del experimento

En la labor de preparación del suelo se realizó 15 días antes de la siembra, donde se incorporó 40 sacos de abono de codorniz, se procedió a mezclar con el motocultor. Se dejó por 15 días más y se volvió a pasar el motocultor. Para la siembra se procedió a la desinfección de semillas de las familias de medios hermanos de maíz morado derivadas del primer ciclo. El área tuvo una superficie de 149,7 m² y una parcela neta de 4,4 m² para cada familia. Los surcos fueron de 80 cm de ancho, 5 m de largo y la distancia entre plantas fue de 80 cm. Se colocaron dos semillas por cada sitio, se utilizaron once sitios de siembra y un total de veintidós semillas por surco. La densidad de población fue de 55.000 plantas/ha. A los treinta días después de la siembra, se realizó la primera deshierba manual; y a los noventa días, la fertilización con urea y la labor de medio aporque; necesarios para el crecimiento y buen desarrollo de las plantas.

Al inicio de la etapa de la floración, se eliminó la inflorescencia masculina (panoja) de las familias de medio hermanos, que constituyen las hembras, para que los

surcos considerados como progenitores masculinos (machos) las polinicen. Este proceso, duro alrededor de un mes. Conforme aparecieron las flores femeninas en cada familia, se las etiquetó y se registró el dato de floración femenina, la cual se cuantificó considerando la fecha de siembra y la presencia de los estigmas en cada familia. A continuación, se midió la altura de la planta, altura de inserción de la mazorca y el diámetro del tallo, a dos plantas por cada surco previamente seleccionadas y que presentaban las mejores características agronómicas.

Al momento de la cosecha, se procedió a cosechar la mazorca de cada planta seleccionada de maíz morado previamente identificada, en la cual se colocaron en fundas de papel con su respectivo código y se procedió a la medición de las siguientes variables: diámetro de la mazorca, longitud de la mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por mazorca y el peso de la mazorca. Además, se tomó una muestra aleatoria de las mazorcas del experimento para determinar la humedad del grano.

4.3. Métodos estadísticos

4.3.1. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con 2 repeticiones o bloques y 33 tratamientos (familia de medios hermanos). El diseño utilizado nos permitió a través del ANOVA, evaluar las ocho variables: altura de la planta, altura de inserción, diámetro del tallo, peso de la mazorca, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por mazorca. Para la variable de días de floración femenina se cuantificó, clasificó y graficó, considerando tres rangos de floración. La prueba de significación se realizó por medio de Tukey al 5%, que mide las diferencias estadísticas entre medias de tratamiento y permite su ordenación y determinación de rangos.

4.3.2. Análisis de la variancia de acuerdo al DBCA

El análisis de variancia utilizado para el DBCA considera las siguientes fuentes de variación: total con 65 grados de libertad, bloques con 1 grados de libertad, tratamientos con 32 grados de libertad y el error experimental con 32 grados de libertad.

4.3.3. Estimación de variancia

Para cuantificar el coeficiente de variación de cada variable de respuesta se utilizó el estimador de la variancia que, es el ANOVA, es el cuadrado medio del error. Además, se midió el error estándar de las medias (S_y) y el error estándar de la diferencia entre medias (S_d).

4.3.4. Variables a evaluar

4.3.4.1. Días a la floración femenina

Se procedió a contar los días desde cuando se realizó la siembra del cultivo hasta que el 50% de cada familia de las plantas presento floración. Como se midió en días, se utilizó un rango de floración de precoz, intermedias y tardías.

4.3.4.2. Altura de la planta

Esta variable se midió en cm, para cada familia se seleccionó las dos mejores plantas, de forma que se obtuvo un promedio estándar de la altura.

4.3.4.3. Altura de inserción de la mazorca

Se eligieron las dos mejores plantas por familia, se midió en cm y se registró la media de todas las familias.

4.3.4.4. Diámetro del tallo

Se midió el diámetro del tallo en cm de las plantas seleccionadas por familia y se calculó el promedio.

4.3.4.5. Peso de la mazorca

Se pesó en gramos, dos mazorcas por familia, se utilizó las mejores plantas seleccionadas y se registró la media.

4.3.4.6. Longitud de la mazorca

Se eligió las dos mazorcas de las plantas seleccionadas por familia, se midió en cm y se calculó el promedio.

4.3.4.7. Diámetro de la mazorca

Se seleccionó dos mazorcas por familia donde se midió en cm y se registró la media.

4.3.4.8. Número de hileras por mazorca

Se estimó el número de hileras contando al azar una de las mazorcas para tener una referencia y de esa forma se registró el promedio de dos mazorcas.

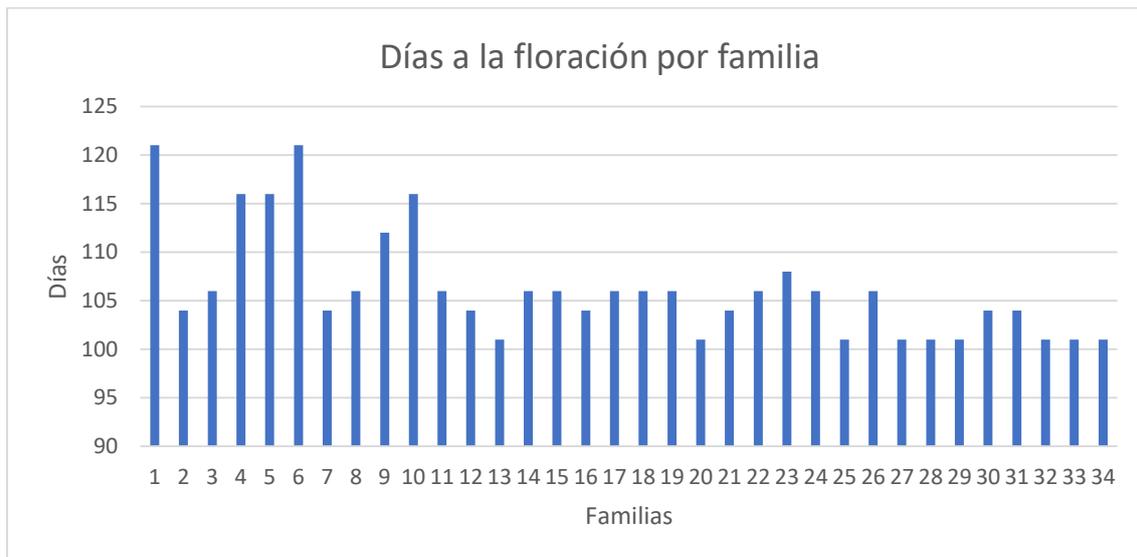
4.3.4.9. Número de granos por mazorca

Se contó el número de granos por hilera de las dos mejores mazorcas seleccionadas y se calculó el promedio de granos por mazorca.

V. Resultados

5.1. Días a la floración femenina

Los días a la floración se midió a partir de los tres meses cuando comenzó el apareamiento de los estigmas en las plantas. Con estos resultados se estableció un rango estadístico, donde de 101 a 104 días son plantas precoces, seguido de 106 a 112 días son plantas intermedias y finalmente, de 116 a 121 días que son plantas tardías, lo que nos da un total de 34 familias, solo en esta variable se registraron los datos en las 34 familias. (Anexo B).

Gráfico N° 1: Días a la floración femenina por familias

En el gráfico N°1, se observa las 34 familias de medios hermanos de maíz morado con sus respectivos días a la floración femenina por familias en la cual se ve una diferencia entre días precoces, intermedios y tardíos.

En cuanto a los parámetros estadísticos, la media de las 34 familias tiene un valor de 106,26 días, la varianza de 30,61 días, la desviación estándar de 5,53 días y el coeficiente de variación que es de 2,21%.

5.2. Altura de la planta

La altura de la planta se midió a los cinco meses, se tomó en consideración 2 plantas por familia previamente seleccionadas (Anexo C).

Los resultados de la variable altura de la planta de las 33 familias se presentan en la tabla N°1, no se encontró diferencias significativas para bloques, pero si para tratamientos.

Tabla N° 1: ANOVA de la variable altura de planta de las 33 familias

ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabular
Total	65	57466			
Bloques	1	649,23	649,23	1,93ns	4,15
Tratamientos (FMH)	32	46028	1438,38	4,27*	1,80
Error experimental	32	10788,27	337,13		

*Significativo $p \leq 0,05$ ns: no significativo

Se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa ya que si hay diferencias estadísticas para la altura de la planta de las 33 familias de medios hermano de maíz morado. El coeficiente de variación fue de 9,62%, un error estándar de las medias (Sy) de 3,20 y el error estándar de la diferencia entre medias (Sd) de 4,52.

En la tabla N°2, se presenta la prueba de Tukey para la variable altura de la planta de 10 familias, donde se observa las diferencias estadísticas de las medias en la altura de la planta, donde **(a)** son las plantas más altas, **(b)** son las medianas, **(c)** son pequeñas y **(d)** son muy pequeñas. La familia 9 tiene las plantas más altas con una altura de 177,5 cm y ocupa el rango de **(a)**, las familias 10, 4, 8 y 19 son medianas de 165 a 174 cm, a diferencia de la familia 2 que tienen la menor altura con 132 cm, con un rango de **(d)**, mientras que las familias 1, 3, 6 y 21 comparten dos rangos.

Tabla N° 2: Prueba de Tukey de la variable altura de planta de 10 familias

	Familias									
	2	1	3	10	4	8	19	6	21	9
\bar{Y}	132	143,5	158,5	165	170,5	173,5	174	175	175,5	177,5
Rango	d	dc	cb	b	b	b	b	ba	ba	a

5.3. Altura de inserción de la mazorca

La altura de inserción de la mazorca se midió a los cinco meses de la siembra, en la cual se tomaron dos plantas por familia previamente seleccionadas (Anexo D).

Los resultados de la variable altura de inserción de la mazorca de las 33 familias se presentan en la tabla N°3, donde se observa diferencias significativas en bloques, pero no para tratamientos.

Tabla N° 3: ANOVA de la variable altura de inserción de la mazorca de las 33 familias

ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabular
Total	65	29980,26			
Bloques	1	1580,74	1580,74	4,37*	4,15
Tratamientos (FMH)	32	16831	525,97	1,45ns	1,80
Error experimental	32	11568,76	361,52		

*Significativo $p \leq 0,05$ ns: no significativo

Se aceptó la hipótesis nula y se rechazó la hipótesis alternativa ya que no existe diferencias estadísticas para la altura de inserción de la mazorca de las 33 familias de maíz morado de medios hermanos. El coeficiente de variación fue de 15,47%, un error estándar de las medias (S_y) de 3,31 y un error estándar de la diferencia de las medias (S_d) de 4,68.

En la tabla N°4, se presenta la prueba de Tukey de la variable altura de inserción de la mazorca de 10 familias, donde se observa las diferencias estadísticas de las medias en la altura de inserción de la mazorca, donde el rango (**a**) tiene una mayor altura de inserción de la mazorca que varía entre 115,5 y 99,9 cm, seguido del rango (**ba**) que comparten valores entre 102,5 y 99,5 cm y finalmente, el rango (**b**) que tiene una menor

altura de inserción de la mazorca entre 92 y 88 cm. Por ende, las familias 3, 6, 25 y 19 tienen la mayor altura de inserción de la mazorca de 110,5 a 114,5 cm, mientras que las familias 1 y 2 tienen la menor altura de inserción de 88 a 92 cm.

Tabla N° 4: Prueba de Tukey de la variable altura de inserción de mazorca de 10 familias

	Familias									
	1	2	9	29	23	18	3	6	25	19
\bar{Y}	88	92	99,5	100,5	101,5	102,5	110,5	112	112,5	114,5
Rango	b	b	ba	ba	ba	ba	a	a	a	a

5.4. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo se midió a los cinco meses después de la siembra, en el cual se procedió a tomar la medida de dos plantas por familias previamente seleccionadas (Anexo E).

Los resultados de la variable diámetro del tallo de las 33 familias se presentan en la tabla N°5, donde se observa diferencias significativas para bloques, pero no para tratamientos.

Tabla N° 5: ANOVA de la variable diámetro del tallo de las 33 familias

ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabular
Total	65	34			
Bloques	1	0,94	0,94	2,12*	4,15
Tratamientos (FMH)	32	19	0,60	1,35ns	1,80
Error experimental	32	14,17	0,44		

*Significativo $p \leq 0,05$ ns: no significativo

Se aceptó la hipótesis nula y se rechazó la hipótesis alternativa ya que no existe diferencias estadísticas para la altura de la planta de las 33 familias de maíz morado de medios hermanos. El coeficiente de variación fue de 27,97% el cual nos indica que es un valor alto para lo que se esperaría para un experimento en campo, pero se atribuye a las diferencias de los diámetros del tallo de las 33 familias. Un error estándar de las medias (Sy) de 0,10 y un error estándar de la diferencia entre medias (Sd) de 0,16.

En la tabla N°6, se presenta la prueba de Tukey de la variable diámetro del tallo de 10 familias, donde se observa las diferencias estadísticas de las medias en el diámetro del tallo, donde el rango (**a**) tienen la mayor altura, seguido por (**b**) que son de mediano diámetro y (**c**) que son las de menor diámetro. Las familias 7, 26, 3 y 6 tienen el mayor diámetro del tallo de 2,20 a 2,31 cm, las familias 22 y 34 comparten dos rangos, mientras que las familias 28, 32, 12 y 17 son las de menor diámetro de 1,13 a 1,35 cm.

Tabla N° 6: Prueba de Tukey de la variable diámetro del tallo de 10 familias

	Familias									
	28	32	12	17	22	34	7	26	3	6
\bar{Y}	1,13	1,25	1,28	1,35	1,98	2,15	2,20	2,25	2,28	2,31
Rango	c	c	c	c	ba	ba	a	a	a	a

5.5. Peso de la mazorca

El peso de la mazorca se registró a los seis meses, cuando se realizó la cosecha de todas las familias seleccionados con anterioridad (Anexo F).

Los resultados de la variable peso de la mazorca de las 33 familias se presentan en la tabla N°7, donde se observa diferencias significativas para bloques, pero no para tratamientos.

Tabla N° 7: ANOVA de la variable peso de la mazorca de las 33 familias

ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabular
Total	65	53416			
Bloques	1	4256,06	4256,06	11,06*	4,15
Tratamientos (FMH)	32	36841,48	1151,30	2,99ns	1,80
Error experimental	32	12318,94	384,97		

*Significativo $p \leq 0,05$

ns: no significativo

Se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa ya que si hay diferencias estadísticas para el peso de la mazorca de las 33 familias de maíz morado de medios hermanos. El coeficiente de variación fue de 25,53% considerando un valor relativamente más alto en relación a lo esperado para un experimento en campo. El error estándar de las medias (S_y) es 3,41 y el error estándar de la diferencia entre medias (S_d) de 4,83.

En la tabla N°8, se presenta la prueba de Tukey de la variable peso de la mazorca de 10 familias, donde se observa las diferencias estadísticas de las medias en el peso de las mazorcas, donde el rango (**a**) tiene el mayor peso, seguido por (**b**) con un peso medio y (**c**) con el menor peso. La familia 8 con 158 gr es el único que tiene el mayor peso, mientras que las familias 14, 34 y 28 tienen el peso medio de 103,5 a 119 gr, y las familias 25, 7, 29, 17, 5 y 6 tienen el menor peso con 79,5 a 92 gr.

Tabla N° 8: Prueba de Tukey de la variable peso de la mazorca de 10 familias

	Familias									
	25	7	29	17	5	6	14	34	27	8
\bar{Y}	79,5	81,5	83	86	91	92	103,5	112	119	158
Rango	c	c	c	c	c	c	cb	b	b	a

5.6. Longitud de la mazorca

La longitud de la mazorca se midió a los seis meses, cuando se realizó la cosecha de todas las familias previamente seleccionadas (Anexo G).

Los resultados de la variable longitud de la mazorca de las 33 familias se presentan en la tabla N°9, donde se observa como no se encontraron diferencias significativas para bloques, pero si para tratamientos.

Tabla N° 9: ANOVA de la variable longitud de mazorca de las 33 familias

ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabular
Total	65	412			
Bloques	1	5,47	5,47	1,20ns	4,15
Tratamientos (FMH)	32	260,76	8,15	1,79*	1,80
Error experimental	32	146,03	4,56		

*Significativo $p \leq 0,05$

ns: no significativo

Se aceptó la hipótesis nula y se rechazó la hipótesis alternativa ya que no existe diferencias estadísticas para longitud de la mazorca de las 33 familias de maíz morado de medios hermanos. El coeficiente de variación fue de 16,98%, el error estándar de las medias (S_y) es de 0,37 y el error estándar de la diferencia entre medias (S_d) de 0,53.

En la tabla N°10, se presenta la prueba de Tukey de la variable longitud de mazorca de 10 familias, donde se observa las diferencias estadísticas de las medias de la longitud de mazorca, donde el rango (a) tiene la mayor longitud, seguido del rango (b), de longitud intermedia el rango (c) y (d) son la de menor longitud. Por lo cual, la familia 8 tiene la mayor longitud con 17,25 cm, mientras que las familias 29, 22, 27, 7, 18, 21 y 2 comparten dos rangos y las familias 32 y 5 tienen la menor altura de 12,5 a 12,75 cm.

Tabla N° 10: Prueba de Tukey de la variable longitud de mazorca de 10 familias

	Familias									
	32	5	29	22	27	7	18	31	2	8
\bar{Y}	12,5	12,75	13	13,5	13,75	14	14,5	15	15,5	17,25
Rango	d	d	dc	cb	cb	cb	cb	cb	ba	a

5.7. Diámetro de la mazorca

El diámetro de la mazorca se midió a los seis meses, cuando se realizó la cosecha de todas las familias previamente seleccionadas (Anexo H).

Los resultados de la variable diámetro de la mazorca de las 33 familias se presentan en la tabla N°11, donde se observa como no se encontraron diferencias significativas para bloques, pero si para tratamientos.

Tabla N° 11: ANOVA de la variable diámetro de la mazorca de las 33 familias

ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabular
Total	65	14			
Bloques	1	0,14	0,14	0,59ns	4,15
Tratamientos (FMH)	32	6,77	0,21	0,92*	1,80
Error experimental	32	7,36	0,23		

*Significativo $p \leq 0,05$

ns: no significativa

Se aceptó la hipótesis nula y se rechazó la hipótesis alternativa ya que no existe diferencias estadísticas para el diámetro de la mazorca de las 33 familias de maíz morado de medios hermanos. El coeficiente de variación fue de 12,42%, un error estándar de las medias (S_y) de 0,07 y error estándar de la diferencia entre medias (S_d) de 0,12.

En la tabla N°12, se presenta la prueba de Tukey de la variable diámetro de la mazorca de 10 familias, donde se observa las diferencias estadísticas de las medias del

diámetro de la mazorca, donde el rango **(a)** indica el diámetro mayor, seguido del rango **(b)** que es un diámetro intermedio, los rangos **(c)** y **(d)** los de menor diámetro. De acuerdo con estos rangos, la familia 8 tiene el mayor diámetro con 4,5 cm, las familias 13 y 14 comparten dos rangos, la familia 6 tiene un valor intermedio de 3,75 cm y finalmente, las familias 28 y 17 son de menor diámetro de 3,25 a 3,50 cm.

Tabla N° 12: Prueba de Tukey de la variable diámetro de la mazorca de 10 familias

	Familias					
	28	17	6	13	14	8
\bar{Y}	3,25	3,50	3,75	4	4,25	4,5
Rango	d	d	c	cb	ba	a

5.8. Número de hileras por mazorca

El número de hileras por mazorca se midió a los seis meses, cuando se realizó la cosecha de todas las familias previamente seleccionadas (Anexo I).

Los resultados de la variable número de hileras por mazorca de las 33 familias se presentan en la tabla N°13, donde se observa como no se encontraron diferencias significativas para bloques, ni para tratamientos.

Tabla N° 13: ANOVA de la variable número de hileras por mazorca de las 33 familias

ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabular
Total	65	214			
Bloques	1	2,18	2,18	0,92ns	4,15
Tratamientos (FMH)	32	135,76	4,24	1,79ns	1,80
Error experimental	32	75,82	2,37		

*Significativo $p \leq 0,05$

ns: no significativo

Se aceptó la hipótesis nula y se rechazó la hipótesis alternativa ya que no existe diferencias estadísticas para el número de hileras por mazorca de las 33 familias de maíz morado de medios hermanos. El coeficiente de variación fue de 13,52%, un error estándar de las medias (S_y) de 0,27 y un error estándar de la diferencia entre medias (S_d) de 0,38.

En la tabla N°14, se presenta la prueba de Tukey de la variable número de hileras por mazorca de 10 familias, donde se observa las diferencias estadísticas de las medias del número de hileras por mazorca, donde el rango (a) tiene el mayor número de hileras, seguido del rango (b) con un valor medio y los rangos (c), (d), (f), (g) y (h) tienen el menor número de hileras. Por lo que, la familia 5 tiene el mayor número de hileras con 15, las familias 23, 27, 12, 1, 9, 32, 8 y 26 comparte dos rangos, mientras que la familia 10 tiene el menor número de hileras con 9,5.

Tabla N° 14: Prueba de Tukey de la variable número de hileras por mazorca de 10 familias

	Familias									
	10	23	27	12	1	9	32	8	26	4
\bar{Y}	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	14	15
Rango	h	hg	hgf	gfe	feg	edc	dc	cb	ba	a

5.9. Número de granos por hilera

El número de granos por hilera se midió a los seis meses, cuando se realizó la cosecha de todas las familias previamente seleccionadas (Anexo J).

Los resultados de la variable número de granos por hilera de las 33 familias se presentan en la tabla N°15, donde se observa como no se encontraron diferencias significativas para bloques, ni para tratamientos.

Tabla N° 15: ANOVA de la variable número de granos por hilera de las 33 familias

ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	F. Tabular
Total	65	1148,82			
Bloques	1	21,88	21,88	1,72ns	4,15
Tratamientos (FMH)	32	717,82	22	1,76ns	1,80
Error experimental	32	408,12	12,75		

*Significativo $p \leq 0,05$ ns: no significativo

Se aceptó la hipótesis nula y se rechazó la hipótesis alternativa ya que no existe diferencias estadísticas para el número de granos por hilera de las 33 familias de maíz morado de medios hermanos. El coeficiente de variación fue de 20%, el error estándar de las medias (S_y) de 0,62 y el error estándar de la diferencia entre medias (S_d) de 0,88.

En la tabla N° 16, se presenta la prueba de Tukey de la variable número de granos por hilera de 10 familias, donde se observa las diferencias estadísticas de las medias del número de granos por hilera, donde el rango (a) tiene el mayor número de granos, el rango (b) tiene un número intermedio y el rango (c) tiene el menor número de granos. Por ende, la familia 7 tiene el mayor número de granos por hilera con 26, las familias 3, 29, 33, 8, 11, 22, 2 y 14 comparten dos rangos y la familia 31 tiene el menor número de granos con 18,5.

Tabla N° 16: Prueba de Tukey de la variable número de granos por hilera de 10 familias

	Familias									
	31	3	29	33	8	11	22	2	14	7
\bar{Y}	18,5	19	19,5	20,5	21	22	22,5	23	23,5	26
Rango	c	cb	cb	cb	cb	cba	cba	cba	ba	a

VI. Discusión

En las nueve características agronómicas de 33 familias de medios hermanos de maíz morado, se evaluó el segundo ciclo de este método de mejoramiento, en la granja de la Universidad San Francisco de Quito en Puenbo-Pichincha. En la variable días a la floración a 2,400 msnm de altitud se obtuvo un promedio de 106 días lo que indica que fueron plantas intermedias en relación a su precocidad, mientras que estudios realizados por el INIAP (2017) con la variedad INIAP 199 “Racimo de uva” a una altitud de 2,700 msnm, alcanzó un promedio de 114 días, teniendo 8 días de diferencia, es decir 7,55% más que el promedio de las familias del ciclo evaluado. Según Díaz (2010), en su experimento de selección de maíz morado en Riobamba con la variedad INIAP 199” Racimo de uva” a una altitud de 2,829 msnm, se registró un valor de 117 días, lo que representa 11 días de diferencia, lo que indica un 10,38% más que el promedio de las familias del ciclo evaluado. De acuerdo con Pinedo (2015), en un estudio de maíz morado con la variedad INIA-615 Canaán, a una altura de 2,735 msnm en Perú, se registró un periodo de floración femenina de 115 días, teniendo de diferencia 9 días, es decir 8,50% más que el promedio de las familias del ciclo evaluado. Por lo que se puede observar, que a mayor altitud existe mayor número de días a la floración femenina. Además, que el método de selección empleado en el presente estudio, prioriza la disminución de días a la floración, como un componente fundamental para el proceso de selección en una población de maíz; ya que se debe buscar aumentar la precocidad y reducir el periodo vegetativo de la misma. Se obtuvo un coeficiente de variación para esta variable, de 2,21%, lo que indica que existió poca variación en las familias para esta característica, y es comparable con lo obtenido por Pinedo (2015) quien obtuvo 0,93%.

En la altura de la planta, en el primer ciclo de selección de medios hermanos se obtuvo un promedio de 247 cm, mientras que en el segundo ciclo de selección se alcanzó

los 190,77 cm lo que demuestra una diferencia de 56,23 cm, es decir que en el segundo ciclo se logró una reducción de 29,48% en la altura con relación al primero. De acuerdo con lo reportado por el INIAP (2017), se registró una altura de 230 cm, con un incremento de 39,23 cm, (20,57%) con respecto al promedio del segundo ciclo evaluado en este estudio. Asimismo, Díaz (2010), reportó un valor de 170,70 cm, con una diferencia de 20,07 cm es decir disminuyó en un 10,52% con respecto a la respuesta obtenida para esta característica en este estudio. Por otra parte, Pinedo (2015), registró una altura de 205 cm que equivale a 14,23 cm de diferencia, es decir con un aumento de 7,46% con respecto a los resultados del presente estudio. Por lo que se puede observar que en la evaluación de Díaz se obtuvo la menor altura de la planta en comparación con los otros estudios, lo que se podría atribuir, a que su principal objetivo fue obtener una menor altura de planta, que facilitaría el proceso de cosecha y el manejo del cultivo. El coeficiente de variación fue de 9,62% lo que indica que estaría de acuerdo con lo que se esperaría en pruebas de campo, este resultado es comparable con el obtenido por Pinero quién reportó un valor de 7,33%.

En la altura de inserción de la mazorca, en el primer ciclo de selección de medios hermanos, se registró un promedio de 132 cm, mientras que, en el segundo ciclo de selección del presente estudio, se obtuvo 122,89 cm lo que existe una diferencia de 9,11 cm, es decir que en el primer ciclo alcanzó 7,41% más de altura de inserción de la mazorca con respecto al segundo. Asimismo, el INIAP (2017), reportó 124 cm, que es un valor medio en relación a los dos ciclos de selección, con una diferencia de 1,11 cm, es decir que incremento 0,91% con respecto al valor obtenido en el presente ciclo evaluado. De igual forma, Pinedo (2015), reportó una altura de inserción de 133 cm, lo que indica una diferencia de 10,11 cm, con un incremento del 8,33% respecto al actual ciclo evaluado. Por otra parte, Días (2010), registró una altura de 99,66 cm, lo que muestra una diferencia

de 23,23 cm, menor en 18,90% con relación a lo reportado en la presente investigación. Por lo que se puede observar, son respuestas comparables con los tres estudios realizados. El coeficiente de variación fue de 15,47% que está dentro de la variación esperada para esta variable en evaluaciones de campo, mientras que Pinedo obtuvo una variación menor de 6,12%.

En el diámetro del tallo, en el segundo ciclo de selección de medios hermanos, se registró 2,36 cm. Igualmente, Díaz (2010), reportó un valor de 2,77 cm, con una diferencia de 0,41 cm, es decir aumento 17,37% con respecto a los resultados del presente estudio. En la evaluación de Díaz, su objetivo fue disminuir la altura de la planta y el diámetro del tallo. El coeficiente de variación fue de 27,97% lo que indica que es un porcentaje alto de acuerdo con lo que se esperaría en pruebas de campo, pero se debe a la diferente respuesta de las familias para esta variable.

En el peso de la mazorca, en el primer ciclo de selección en promedio fue de 144,70 gr, mientras que en el segundo ciclo de selección se alcanzó los 76,85 gr con una diferencia de 67,85gr, es decir que el primer ciclo registro un 88,28% más que en la presente investigación. Por otra parte, el INIAP (2017), reportó 120 gr teniendo una diferencia de 43,15 gr, es decir 56,14% más que el presente estudio. De acuerdo con Díaz (2010), logró 54,33 gr y tuvo una diferencia de 23,53 gr, es decir que tiene el 29,30% menos que el actual ciclo evaluado. De igual manera, Pinedo (2015), consiguió 90,63 gr y tuvo 13,78 gr de diferencia, es decir 17,58% más que en la actual investigación. Por lo que se observa que los cuatro estudios registraron pesos de mazorca diferentes, lo que se puede atribuir a la altitud en que se evaluó cada estudio, ya que, en el caso de Díaz, al tener la mayor altitud (2,829 msnm) la mazorca no presentó todos los granos, debido posiblemente a desfases en la polinización. Asimismo, estas diferentes respuestas para esta variable, pueden deberse al diferente nivel de fertilización utilizado en los cuatro

diferentes estudios. El coeficiente de variación fue de 25,53% que es un porcentaje alto dentro de la variación esperada para esta variable en evaluaciones de campo, pero se debe a las diferentes respuestas de las familias en el llenado y peso del grano, mientras que Pinedo alcanzó los 20,48%.

En la variable longitud de la mazorca, en el primer ciclo de selección se obtuvo un promedio de 16,19 cm, mientras que en el segundo ciclo de selección se registró 12,44 cm, encontrándose una diferencia de 3,75cm, equivalente a 30,14% de reducción en el segundo ciclo. De acuerdo con el INIAP (2017), se evidencio una longitud de 16,70 cm, obteniéndose una diferencia de 4,26 cm que representa un incremento del 34,24%, en relación con el valor obtenido para esta variable, en la presente investigación. Según Díaz (2010), obtuvo un valor de 11,4 cm, con una diferencia de 1,04 cm que representa un 8,36% menos con respecto al actual ciclo evaluado. Por otra parte, Pinero (2015) reporta un valor de 13,14 cm y obtuvo 0,70 cm de diferencia, lo que significa un aumento de 5,36% con respecto al valor obtenido en el presente estudio. Las diferencias en magnitud para esta variable, pueden atribuirse al diferente origen genético de las poblaciones que se utilizaron para la generación de los diferentes cultivares. El coeficiente de variación fue de 17,17% que está dentro de la variación esperada en evaluaciones de campo, mientras que Pinedo (2015) obtuvo una menor variación del 7,98%.

En el diámetro de la mazorca, en el primer ciclo de selección obtuvo un promedio de 3,95 cm, mientras que en el segundo ciclo de selección alcanzó los 3,86 cm. Encontrándose una diferencia de 0.09cm que representa un 2,33% más que lo obtenido en el ciclo de selección evaluado. Por otra parte, el INIAP (2017) reporta un diámetro de 4,70 cm con una diferencia 0,84 cm, es decir que aumento en 21,76% con respecto al actual ciclo evaluado. Asimismo, Pinedo (2015), obtuvo 4,11 cm que representa un 0,25 cm de diferencia, es decir aumento en un 6,48% en relación con los resultados obtenidos

en el presente estudio. Por otra parte, Días (2010), reportó un promedio de 4,39 cm, lo que establece una diferencia de 0,53 cm, es decir, un aumento del 13,73% con respecto al presente estudio. Estos resultados reportados en los cuatro estudios, muestran una diferencia mínima, atribuible a que el germoplasma mejorado es de origen alto andino, aun cuando se evaluó a diferentes altitudes. El coeficiente de variación fue de 12,42%, relativamente mayor al obtenido por Pinedo (2015) que fue de 9,16%.

En la variable número de hileras por mazorca, en el primer ciclo de selección de medios hermanos, se obtuvo un promedio de 11,65 hileras, mientras que en el segundo ciclo de selección se alcanzó las 11,39 hileras, se considera que el número de hileras se mantuvo constante en los dos ciclos de selección. De acuerdo con el INIAP (2017), en su cultivar mejorado de maíz morado, registró 12 hileras por mazorca que representa, un porcentaje del 5,35% de incremento en relación que el ciclo evaluado en esta investigación. Asimismo, Pinedo (2015) reportó un promedio de 10,28 hileras, lo que indica que disminuyó en un 9,75% con respecto al actual ciclo evaluado. Según Díaz (2010), obtuvo un promedio de 11,79 hileras, es decir un 3,51% más que el ciclo de este estudio. Por lo tanto, en los estudios realizados, el número de hileras presentó diferencias mínimas. El coeficiente de variación fue de 13,52% que es mayor al obtenido por Pinedo (2015) que fue de 6,45%, debido a que la variación de las mazorcas seleccionadas presentó una menor uniformidad.

En el número de granos por hilera, en el primer ciclo de selección de medios hermanos, se obtuvo un promedio de 23,65 granos/ hilera, mientras que en el segundo ciclo de selección se alcanzó los 17,82 granos/hilera teniendo una diferencia de 5,83 granos/hilera entre los dos ciclos, es decir 32,71% en el primero con relación al segundo ciclo evaluado. De acuerdo con Díaz (2010), el número de granos por hilera fue de 17,14 con una diferencia de 3,81% menor al obtenido en esta investigación. Según Pinedo

(2015), registró un valor de 27,80 granos/hilera, es decir 56% más que el presente ciclo evaluado. Por lo tanto, existe una diferencia entre los diferentes estudios respecto al número de granos por mazorca, donde la respuesta en el segundo ciclo es similar a la respuesta obtenida por Díaz. El coeficiente de variación fue de 20% que está dentro de la variación esperada en evaluaciones de campo, mientras que Pinedo (2015) obtuvo un valor menor de 11,95%, que se podría atribuir a que las familias evaluadas provienen de diferentes poblaciones de maíz morado.

VII. Conclusiones

- Los resultados obtenidos en la presente investigación para la variable días a la floración femenina permitieron clasificar a las familias en 3 grupos, en función de su periodo vegetativo, donde el 47,06% fueron precoces, 38,26% intermedias y 14,68% tardías.
- Las familias de medios hermanos que tuvieron la menor magnitud para las variables altura de planta, altura de inserción y diámetro del tallo fueron las familias 2, 3, 6 y 9. En general, las familias que presentaron los mayores valores en la altura de la planta, registraron mayores magnitudes en la altura de inserción de la mazorca y en el diámetro del tallo.
- Las familias que presentaron los mayores valores para las variables peso de la mazorca, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera fueron las familias 7, 22, 27 y 29. Asimismo, se observó que, a menor peso de la mazorca, los demás componentes del rendimiento presentaron menores magnitudes.
- Las familias de medios hermanos de maíz morado, que presentaron los mejores valores para las 9 características agronómicas evaluadas fueron las familias 2, 3, 6, 7,

22, 27 y 29. Las cuales se pueden considerar prioritariamente para el desarrollo de una nueva variedad experimental.

VIII. Recomendaciones

- Para futuros experimentos en campo se debe aumentar el tamaño de la parcela de forma que se pueda obtener mejores estimaciones en cada variable a evaluar.
- Evaluar las familias de medios hermanos en más de un ambiente para tratar de cuantificar el efecto de la interacción genotipo ambiente.
- En base al desempeño de las mejores familias de medios hermanos formar una o dos variedades disponibles.

IX. Referencias Bibliográficas

Álvarez, S. (2018). *Inflorescencia femenina*. Recuperado de http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz/infloref.htm

Aguilera, M.; Reza, M.; Chew, R.; Meza, J. (2017). *Propiedades funcionales de las antocianinas*. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/hevila/Biotecnia/2011/vol13/no2/2.pdf>

Alexander, D. (2018). *Breeding special nutritional and industrial maize types*. In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. *Corn and corn improvement*, 3rd ed., p. 869-880. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.

Arcos, D. (2020). *Maíz morado: recuerda los beneficios de consumir este superalimento peruano*. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-maiz-morado-recuerda-los-beneficios-consumir-este-superalimento-peruano-811243.aspx>

Aysanoa, E. (2010). *Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (Zea mays l.) En sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de la molina*. Tesis

para optar el grado de Magister Scientiae. Recuperado el <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1716/PAG11.139-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Biasuti, C. (2017). *Métodos de Mejoramiento en Plantas Alógamas*. Mejoramiento Genético Vegetal. Recuperado de <http://agro.unc.edu.ar/~mejogeve/PobAlogamas2017.pdf>

Bonilla, N. (2018). *Manual de recomendaciones técnicas: cultivo de maíz (Zea mays L.)*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de <http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/maiz-morado.html>

Castañeda, B. (2010). *Inducción de antocianinas y capacidad antioxidante por oligogalacturónidos en uvas de mesa cv. 'Flame Seedless'*. Tesis para ña obtención de Ingeniero en alimentos. Recuperado de <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/295/1/CASTA%C3%91EDA-VAZQUEZ-BI10.pdf>

Castillo, M. (2015). *Elaboración de una bebida a partir de maíz morado (Zea mays L.) como alternativa para el consumo diario*. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12719/1/TESIS_MA%C3%8DZ_MORADO.pdf

Cervantes, T.; Oropeza, M.; Reyes, D. (2015). *Selección para rendimiento y heterosis de líneas endogámicas de maíz irradiado*. *Agrociencia*, vol.36, núm. 4, pp.421-431. Texcoco, México. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/302/30236403.pdf>

- Chichizola, B., López, E., Navarro, J., Salinas, F. (2017). *Acopio, procesamiento y exportación de maíz morado*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273917/UPC-658.848-CHIC-2008-30-taf_maiz-o.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Deras, H. (2016). *Guía técnica. El cultivo del maíz*. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Díaz, A. (2014). *Primer ciclo de selección de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y 120 de maíz chulpi de la sierra ecuatoriana. Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo*. ESPOCH. Recuperado de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/665/1/13T0688%20.pdf>
- Duangpapeng, P.; Lertrat, K.; Lomthaisong, K.; et al. (2019). *Variability in anthocyanins, phenolic compounds and antioxidant capacity in the tassels of collected waxy corn germplasm*. *Agronomy* 9(158): 1-12.
- Echeverría, J.; Muñoz, C. (2015). *Maíz: regalo de los dioses*. Colección Curiñón. Recuperado de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=54445>
- FAO. (2011). *Biodiversity for food and agriculture. Contributing to food security and sustainability in a changing world*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the Platform for Agrobiodiversity Research. Recuperado de <http://www.food-security.nl/resource/biodiversity-food-and-agriculture-contributing-food-security-and-sustainability-changing-wo>
- Garzón, G. (2018). *LAS ANTOCIANINAS COMO COLORANTES NATURALES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS: REVISIÓN*. *Departamento de Química*. 13(3), 27-36. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Guillen, J., Paucar, L., Sigry, A. (2017). *Características y propiedades funcionales del maíz morado (Zea mays L.) var. Subnigroviolaceo*. Scientia Agropecuaria [online]. 2014, vol.5, n.4, pp.211-217. ISSN 2077-9917. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357634227005>
- Guacho, E. (2014). *Caracterización agro-morfológica del maíz (zea mays l.) de la localidad San José de Chazo*. Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/234574936.pdf>
- Hernández, J., Esquivel, G. (2014). *Rendimiento de grano y características agronómicas en germoplasma de maíz de valles altos de México*. Revista Fitotecnia Mexicana. Recupera de <https://www.redalyc.org/pdf/610/61009906.pdf>
- Herrera, M. (2017). “*Estabilidad térmica del extracto colorante de orujos de uvina (vitis aestivalis – cinérea x vitis vinífera) en una bebida modelo*”. Tesis para optar por el título de Ingeniero en Industrias alimentarias. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2968/Q05-H47-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Huamanchumo, C. (2013). *La cadena de valor de maíz en el Perú. Diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas*. IICA. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2654/BVE17038732e.pdf;jsessionid=7D47ABE9E2C967BFB43436EE9DB2CBC7?sequence=1>
- INIA, (2017). *Maíz INIA 616-Negro Canaán*. Recuperado de https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/investigacion/programa/sistProducto/variedad/maiz-amilaceo/INIA_615.pdf

INIAP, (2016). *Ficha técnica de la variedad de maíz negro INIAP-199 “Racimo de Uva”*.

Recuperado de

<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3166/1/iniapscCD25.pdf>

Jing, P.; Giusti, M. (2017). *Effects of extraction conditions on improving the yield and quality of an anthocyanin-rich purple corn (Zea mays L.) color extract*. Journal Food Science 72(7): 363-368.

Manzano, P. (2016). *Extracción de antocianinas de Coronta de maíz morado (Zea mays L.) para el aprovechamiento de residuos agrícolas*. Trabajo de titulación para la obtención de título de Ingeniero Bioquímico. Universidad Técnica de Ambato.

Recuperado de

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

Medina, G. (2012). *EXTRACCIÓN DEL COLORANTE ANTOCIANINA A PARTIR DEL MAÍZ MORADO Y SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho – Perú.

Medina, A., Narro, L., Chávez, A. (2020). *Cultivo de maíz morado (Zea mays L.) en zona altoandina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina*. Recuperado de

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S207799172020000300291&script=sci_arttext

Paliwal, R.; Granados, G.; Lafitte, H.; et al. (2014). *El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Recuperado de

https://archive.org/details/bub_gb_os79dx6BcmsC/page/n9/mode/2up

- Pasquel, J. (2016). *Evaluación de dos compuestos balanceados de maíz suave "Mishca" (Zea mays L.) provenientes de medios hermanos y hermanos completos, Ascázubi, Pichincha*. Tesis para la obtención de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6752/5/T-UCE-0004-08.pdf>
- Pinedo, R. (2015). *Niveles de fertilización de dos variedades de maíz morado (Zea mayz L.) en la localidad de Canaán-Ayacuho*. Tesis para obtener el grado de magister en Scientiae en producción agrícola. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/952/T007370.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos, H. (2018). *Cultivo de maíz (Zea mays L.) Var. Blanco Quispicanchi en Arequipa*. Recuperado de https://www.academia.edu/38930181/Trabajo_de_maiz
- Sánchez, J.; Mori, S.; Paucar, L. (2014). *Características y propiedades funcionales del maíz morado (Zea mays L.) var. Subnigroviolace*. Scientia Agropecuaria. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3576/357634227005.pdf>
- Saquinux, F. (2011). *Selección masal en el cultivo de maíz (Zea mays L.) para pequeños agricultores*. Manual técnico agrícola. 1ª edición. Proyecto "Establecimiento del Mecanismo de Difusión Tecnológica Agrícola. Recuperado de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/seleccion%20del%20maiz.pdf>
- Sierra Exportadora. (2013). *PERFIL COMERCIAL DE ANTOCIANINA DE MAÍZ MORADO*. Perú: Presidencia del Consejo de Ministros.
- Silva, W., Alfaro, Y., Jiménez, R. (2009). *Evaluación de las características morfológicas de cinco líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra*. Recuperado de

<file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet->

<EvaluacionDeLasCaracteristicasMorfologicasYAgronom-3393591.pdf>

Soto, A.; Ráez, L.; Robles, R. (2013). *El maíz morado como materia prima industrial.*

Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. Recuperado de

https://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/publicaciones/indata/v16_n1/pdf/a10v16n1.pdf

Sotomayor, R. (2013). *EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS A*

PARTIR DE LOS GRANOS DE Zea mays L. (MAÍZ MORADO). Perú:

Universidad Alas Peruanas.

Yáñez, C.; Zambrano, J.; Caicedo, M.; Sánchez, H.; Heredia, J. (2013). “*Catálogo de*

Recursos Genéticos de Maíces de Altura Ecuatorianos”. INIAP-EESC. Programa

de Maíz. Quito-Ecuador. Recuperado de

<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/43/1/iniapsc201.pdf>

Yáñez, C.; Zambrano, J.; Caicedo, M.; Heredia, J.; Sangoquiza, C.; Villacrés, E. (2016).

Ficha técnica de la variedad de Maíz Negro INIAP-199 “Racimo de Uva”. Quito,

Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz.

Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3166>

Yáñez, C.; Velásquez, J.; Peñaherrera, D.; Zambrano, J.; Caicedo, M.; Heredia, J.;

Sangoquiza, C.; Quimbita, A. (2010). *Guía de producción de maíz de altura.* Guía

Nº 96. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.

Recuperado de

<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2440/1/iniapscg96.pdf>

Yáñez, C., Zambrano, J., Caicedo, M., Heredia, J., Sangoquiza, C., Villacrés, E.

Caballero, D. (2017). *INIAP-199 “Racimo de Uva”: Variedad de maíz negro.*

Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz/ESPOCH. (Plegable Divulgativo no. 20). Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4618/6/iniapscpd20.pdf>

X. Anexos

10.1. Anexo A: Distribución del experimento en campo

SURCO ACTUAL	CRUCE/FAMILIA	CODIGO	SURCO ANTERIOR	N.- MASORCA
MACHO				
1	3X1	27	1	2
2	3X1	18	1	1
MACHO				
3	3X1	18	1	2
4	3X1	11	1	1
MACHO				
5	3X1	11	1	2
6	3X1	29	2	2
MACHO				
7	3X1	27	1	1
8	3X1	29	2	1
MACHO				
9	3X1	29	3	2
10	3X1	29	3	1
MACHO				
11	3X1	13	2	1
12	3X1	13	2	2
MACHO				
13	3X1	29	1	2
14	3X1	29	1	1
MACHO				
15	3X1	14	2	2
16	3X1	12	1	2
MACHO				
17	3X1	14	2	1
18	3X1	14	1	2
MACHO				
19	3X1	14	1	1
20	3X1	18	2	2
MACHO				
21	3X1	18	2	1
22	3X1	13	4	1
MACHO				
23	3X1	13	4	2
24	3X1	26	1	2
MACHO				
25	3X1	28	1	2
26	3X1	28	1	1
MACHO				
27	3X1	26	1	1
28	3X1	12	1	1
MACHO				
29	3X1	27	2	1
30	3X1	27	2	2
MACHO				
31	3X1	13	1	1
32	3X1	13	1	2
MACHO				
33	3X1	13	3	2
34	3X1	13	3	1
MACHO				
MACHO				

10.2. Anexo B: Días a la floración femenina

# de tratamientos	Codigos	N° Plantas	Fechas de floración							Días de floración
			14/1/2021	17/1/2021	19/1/2021	21/1/2021	25/1/2021	29/1/2021	3/2/2021	
1	(27-1-2)	5							OK-3	121
2	(18-1-1)	7		OK-4						104
3	(18-1-2)	17			OK-12					106
4	(11-1-1)	17						OK-9		116
5	(11-1-2)	15						OK-8		116
6	(29-2-2)	21							OK-11	121
7	(27-1-1)	22		OK-12						104
8	(29-2-1)	21			OK-11					106
9	(29-3-2)	10					OK-6			112
10	(29-3-1)	17						OK-9		116
11	(13-2-1)	14			OK-10					106
12	(13-2-2)	15		OK-8						104
13	(29-1-2)	22	OK-12							101
14	(29-1-1)	21			OK-12					106
15	(14-2-2)	20			OK-12					106
16	(12-1-2)	21		OK-13						104
17	(14-2-1)	15			OK-8					106
18	(14-1-2)	17			OK-12					106
19	(14-1-1)	16			OK-10					106
20	(18-2-2)	4	OK-2							101
21	(28-2-1)	20		OK-11						104
22	(13-4-1)	18			OK-10					106
23	(13-4-2)	18				OK-9				108
24	(26-1-2)	12			OK-6					106
25	(28-1-2)	18	OK-12							101
26	(28-1-1)	18			OK-10					106
27	(26-1-1)	22	OK-13							101
28	(12-1-1)	17	OK-10							101
29	(27-2-1)	13	OK-7							101
30	(27-2-2)	16		OK-9						104
31	(13-1-1)	16	OK-8							104
32	(13-1-2)	22	OK-12							101
33	(13-3-2)	22	OK-14							101
34	(13-3-1)	22	OK-16							101
									Total	3613

10.3. Anexo C: Altura de la planta

# de tratamientos	Codigos	Bloques		Suma tratamien	Media
		Planta 1 (cm)	Planta 2 (cm)		
1	(27-1-2)	144	143	287	143,5
2	(18-1-1)	123	141	264	132
3	(18-1-2)	148	169	317	158,5
4	(11-1-1)	159	182	341	170,5
5	(11-1-2)	180	200	380	190
6	(29-2-2)	183	167	350	175
7	(27-1-1)	174	196	370	185
8	(29-2-1)	160	187	347	173,5
9	(29-3-2)	145	210	355	177,5
10	(29-3-1)	165	165	330	165
11	(13-2-1)	196	200	396	198
12	(13-2-2)	210	188	398	199
13	(29-1-2)	172	211	383	191,5
14	(29-1-1)	185	186	371	185,5
15	(14-2-2)	172	190	362	181
16	(12-1-2)	190	197	387	193,5
17	(14-2-1)	213	174	387	193,5
18	(14-1-2)	186	155	341	170,5
19	(14-1-1)	178	170	348	174
20	(18-2-2)	VIRADA	VIRADA	0	0
21	(28-2-1)	186	165	351	175,5
22	(13-4-1)	186	188	374	187
23	(13-4-2)	180	198	378	189
24	(26-1-2)	196	196	392	196
25	(28-1-2)	200	198	398	199
26	(28-1-1)	196	208	404	202
27	(26-1-1)	245	230	475	237,5
28	(12-1-1)	195	193	388	194
29	(27-2-1)	220	280	500	250
30	(27-2-2)	167	207	374	187
31	(13-1-1)	228	210	438	219
32	(13-1-2)	235	280	515	257,5
33	(13-3-2)	240	215	455	227,5
34	(13-3-1)	235	200	435	217,5
	Total bloques	6192	6399	12591	190,77

10.4. Anexo D: Altura de la inserción de la mazorca

# de tratamientos	Codigos	Bloques		Total tratamient	Media
		Planta 1 (cm)	Planta 2 (cm)		
1	(27-1-2)	83	93	176	88
2	(18-1-1)	74	110	184	92
3	(18-1-2)	96	125	221	110,5
4	(11-1-1)	119	152	271	135,5
5	(11-1-2)	113	125	238	119
6	(29-2-2)	114	110	224	112
7	(27-1-1)	139	143	282	141
8	(29-2-1)	94	180	274	137
9	(29-3-2)	84	115	199	99,5
10	(29-3-1)	120	118	238	119
11	(13-2-1)	114	117	231	115,5
12	(13-2-2)	130	123	253	126,5
13	(29-1-2)	119	119	238	119
14	(29-1-1)	125	128	253	126,5
15	(14-2-2)	133	153	286	143
16	(12-1-2)	125	137	262	131
17	(14-2-1)	160	140	300	150
18	(14-1-2)	114	91	205	102,5
19	(14-1-1)	117	112	229	114,5
20	(18-2-2)	VIRADA	VIRADA	0	0
21	(28-2-1)	135	112	247	123,5
22	(13-4-1)	138	140	278	139
23	(13-4-2)	75	128	203	101,5
24	(26-1-2)	133	106	239	119,5
25	(28-1-2)	131	94	225	112,5
26	(28-1-1)	123	155	278	139
27	(26-1-1)	135	124	259	129,5
28	(12-1-1)	96	146	242	121
29	(27-2-1)	83	118	201	100,5
30	(27-2-2)	126	149	275	137,5
31	(13-1-1)	133	159	292	146
32	(13-1-2)	120	134	254	127
33	(13-3-2)	152	118	270	135
34	(13-3-1)	141	143	284	142
	Total bloques	3894	4217	8111	122,89

10.5. Anexo E: Diámetro del tallo

# de tratamientos	Codigos	Bloques		Total tratamiento	Medias
		Planta 1 (cm)	Planta 2 (cm)		
1	(27-1-2)	4,60	3,70	8,30	4,15
2	(18-1-1)	2,40	2,90	5,30	2,65
3	(18-1-2)	2,30	2,25	4,55	2,28
4	(11-1-1)	2,40	3,10	5,50	2,75
5	(11-1-2)	2,50	2,60	5,10	2,55
6	(29-2-2)	2,35	2,27	4,62	2,31
7	(27-1-1)	2,15	2,25	4,40	2,20
8	(29-2-1)	2,70	2,30	5,00	2,50
9	(29-3-2)	2,50	2,65	5,15	2,58
10	(29-3-1)	2,60	3,00	5,60	2,8
11	(13-2-1)	2,45	2,70	5,15	2,58
12	(13-2-2)	2,55	0,00	2,55	1,28
13	(29-1-2)	2,35	2,05	4,40	2,20
14	(29-1-1)	2,30	2,80	5,10	2,55
15	(14-2-2)	3,00	2,40	5,40	2,70
16	(12-1-2)	2,25	2,30	4,55	2,28
17	(14-2-1)	2,70	0,00	2,70	1,35
18	(14-1-2)	2,50	2,65	5,15	2,58
19	(14-1-1)	2,40	2,30	4,70	2,35
20	(18-2-2)	VIRADA	VIRADA	0	0
21	(28-2-1)	2,60	2,40	5,00	2,50
22	(13-4-1)	2,00	1,95	3,95	1,98
23	(13-4-2)	2,30	2,45	4,75	2,38
24	(26-1-2)	2,35	3,40	5,75	2,88
25	(28-1-2)	2,60	2,50	5,10	2,55
26	(28-1-1)	1,80	2,70	4,50	2,25
27	(26-1-1)	2,40	2,55	4,95	2,48
28	(12-1-1)	2,25	0,00	2,25	1,13
29	(27-2-1)	2,70	2,45	5,15	2,58
30	(27-2-2)	2,30	2,50	4,80	2,40
31	(13-1-1)	2,40	2,55	4,95	2,48
32	(13-1-2)	2,50	0,00	2,50	1,25
33	(13-3-2)	2,30	2,45	4,75	2,38
34	(13-3-1)	2,40	1,90	4,30	2,15
	Total Bloques	81,90	74,02	155,92	2,36

10.6. Anexo F: Peso de la mazorca

Tratamientos	Codigos	Peso de la mazorca		Total tratamiento	Media
		Planta 1 (gr)	Planta 2 (gr)		
1	(27-1-2)	103	55	158	79
2	(18-1-1)	83	80	163	81,5
3	(18-1-2)	63	74	137	68,5
4	(11-1-1)	114	110	224	112
5	(11-1-2)	67	115	182	91
6	(29-2-2)	79	105	184	92
7	(27-1-1)	63	100	163	81,5
8	(29-2-1)	155	161	316	158
9	(29-3-2)	50	94	144	72
10	(29-3-1)	64	91	155	77,5
11	(13-2-1)	53	77	130	65
12	(13-2-2)	56	87	143	71,5
13	(29-1-2)	82	58	140	70
14	(29-1-1)	84	123	207	103,5
15	(14-2-2)	71	74	145	72,5
16	(12-1-2)	40	82	122	61
17	(14-2-1)	72	100	172	86
18	(14-1-2)	64	86	150	75
19	(14-1-1)	42	66	108	54
20	(18-2-2)	VIRADA	VIRADA	0	0
21	(28-2-1)	30	28	58	29
22	(13-4-1)	59	69	128	64
23	(13-4-2)	40	69	109	54,5
24	(26-1-2)	40	68	108	54
25	(28-1-2)	69	90	159	79,5
26	(28-1-1)	50	67	117	58,5
27	(26-1-1)	111	127	238	119
28	(12-1-1)	61	50	111	55,5
29	(27-2-1)	106	60	166	83
30	(27-2-2)	66	48	114	57
31	(13-1-1)	48	75	123	61,5
32	(13-1-2)	39	82	121	60,5
33	(13-3-2)	81	72	153	76,5
34	(13-3-1)	66	158	224	112
	Total bloques	2271	2801	5072	76,85

10.7. Anexo G: Longitud de la mazorca

Tratamientos	Codigos	Longitud de la mazorca		Total tratamient	Medias
		Planta 1 (cm)	Planta 2 (cm)		
1	(27-1-2)	14	12	26	13
2	(18-1-1)	18	13	31	15,5
3	(18-1-2)	9	9	18	9
4	(11-1-1)	13	14	27	13,5
5	(11-1-2)	11,5	14	25,5	12,75
6	(29-2-2)	13	14	27	13,5
7	(27-1-1)	13	15	28	14
8	(29-2-1)	17,5	17	34,5	17,25
9	(29-3-2)	12	12,5	24,5	12,25
10	(29-3-1)	13,5	12,5	26	13
11	(13-2-1)	13	17	30	15
12	(13-2-2)	9	10	19	9,5
13	(29-1-2)	12,5	10	22,5	11,25
14	(29-1-1)	12	16	28	14
15	(14-2-2)	8	10	18	9
16	(12-1-2)	7	12	19	9,5
17	(14-2-1)	12	13	25	12,5
18	(14-1-2)	14,5	14,5	29	14,5
19	(14-1-1)	11	6	17	8,5
20	(18-2-2)	VIRADA	VIRADA	0	0
21	(28-2-1)	10	10	20	10
22	(13-4-1)	17	10	27	13,5
23	(13-4-2)	10	14	24	12
24	(26-1-2)	12,5	11	23,5	11,75
25	(28-1-2)	10	12,5	22,5	11,25
26	(28-1-1)	10,5	11	21,5	10,75
27	(26-1-1)	12,5	15	27,5	13,75
28	(12-1-1)	13	11	24	12
29	(27-2-1)	13	13	26	13
30	(27-2-2)	11	15	26	13
31	(13-1-1)	13	17	30	15
32	(13-1-2)	11	14	25	12,5
33	(13-3-2)	14	10	24	12
34	(13-3-1)	10	15	25	12,5
	Total Bloques	401	420	821	12,44

10.8. Anexo H: Diámetro de la mazorca

Tratamientos	Codigos	Diámetro de la mazorca		Total tratamiento	Medias
		Planta 1 (cm)	Planta 2 (cm)		
1	(27-1-2)	3	4,5	7,5	3,75
2	(18-1-1)	3	4	7	3,5
3	(18-1-2)	4	3	7	3,5
4	(11-1-1)	4	3	7	3,5
5	(11-1-2)	3,5	4	7,5	3,75
6	(29-2-2)	3,5	4	7,5	3,75
7	(27-1-1)	4	3,5	7,5	3,75
8	(29-2-1)	4,5	4,5	9	4,5
9	(29-3-2)	5	4	9	4,5
10	(29-3-1)	4	4	8	4
11	(13-2-1)	4	4	8	4
12	(13-2-2)	3,5	4,5	8	4
13	(29-1-2)	4	4	8	4
14	(29-1-1)	4	4,5	8,5	4,25
15	(14-2-2)	5	4	9	4,5
16	(12-1-2)	3,5	4,5	8	4
17	(14-2-1)	3	4	7	3,5
18	(14-1-2)	3,5	3	6,5	3,25
19	(14-1-1)	3,5	4	7,5	3,75
20	(18-2-2)	VIRADA	VIRADA	0	0
21	(28-2-1)	3,5	4	7,5	3,75
22	(13-4-1)	3,5	4	7,5	3,75
23	(13-4-2)	4	4	8	4
24	(26-1-2)	3	4	7	3,5
25	(28-1-2)	4	3,5	7,5	3,75
26	(28-1-1)	3,5	4	7,5	3,75
27	(26-1-1)	4,5	4	8,5	4,25
28	(12-1-1)	3,5	3	6,5	3,25
29	(27-2-1)	4	4	8	4
30	(27-2-2)	4	3,5	7,5	3,75
31	(13-1-1)	4	3,5	7,5	3,75
32	(13-1-2)	4	4	8	4
33	(13-3-2)	4	4	8	4
34	(13-3-1)	4	4,5	8,5	4,25
	Total Bloques	126	129	255	3,86

10.9. Anexo I: Número de hileras por mazorca

Tratamientos	Codigos	#Hileras/mazorca		Total tratamien	Medias
		Planta 1	Planta 2		
1	(27-1-2)	13	10	23	11,5
2	(18-1-1)	10	10	20	10
3	(18-1-2)	10	11	21	10,5
4	(11-1-1)	16	14	30	15
5	(11-1-2)	10	12	22	11
6	(29-2-2)	15	15	30	15
7	(27-1-1)	12	10	22	11
8	(29-2-1)	14	12	26	13
9	(29-3-2)	12	12	24	12
10	(29-3-1)	11	8	19	9,5
11	(13-2-1)	12	11	23	11,5
12	(13-2-2)	10	12	22	11
13	(29-1-2)	10	12	22	11
14	(29-1-1)	12	14	26	13
15	(14-2-2)	11	10	21	10,5
16	(12-1-2)	9	14	23	11,5
17	(14-2-1)	10	12	22	11
18	(14-1-2)	10	12	22	11
19	(14-1-1)	10	10	20	10
20	(18-2-2)	VIRADA	VIRADA	0	0
21	(28-2-1)	11	10	21	10,5
22	(13-4-1)	12	12	24	12
23	(13-4-2)	10	10	20	10
24	(26-1-2)	9	12	21	10,5
25	(28-1-2)	10	14	24	12
26	(28-1-1)	12	16	28	14
27	(26-1-1)	11	10	21	10,5
28	(12-1-1)	12	12	24	12
29	(27-2-1)	12	9	21	10,5
30	(27-2-2)	8	10	18	9
31	(13-1-1)	12	10	22	11
32	(13-1-2)	11	14	25	12,5
33	(13-3-2)	14	12	26	13
34	(13-3-1)	9	10	19	9,5
	Total Bloques	370	382	752	11,39

10.10. Anexo J: Número de granos por mazorca

Tratamientos	Codigos	# granos/mazorca		Total tratamier	Medias
		Planta 1	Planta 2		
1	(27-1-2)	16	17	33	16,5
2	(18-1-1)	27	19	46	23
3	(18-1-2)	16	22	38	19
4	(11-1-1)	15	20	35	17,5
5	(11-1-2)	12	21	33	16,5
6	(29-2-2)	22	14	36	18
7	(27-1-1)	27	25	52	26
8	(29-2-1)	18	24	42	21
9	(29-3-2)	19	18	37	18,5
10	(29-3-1)	12	14	26	13
11	(13-2-1)	20	24	44	22
12	(13-2-2)	15	20	35	17,5
13	(29-1-2)	22	17	39	19,5
14	(29-1-1)	23	24	47	23,5
15	(14-2-2)	10	15	25	12,5
16	(12-1-2)	10	14	24	12
17	(14-2-1)	16	18	34	17
18	(14-1-2)	10	16	26	13
19	(14-1-1)	16	13	29	14,5
20	(18-2-2)	VIRADA	VIRADA	0	0
21	(28-2-1)	17	16	33	16,5
22	(13-4-1)	23	22	45	22,5
23	(13-4-2)	15	15	30	15
24	(26-1-2)	13	15	28	14
25	(28-1-2)	21	20	41	20,5
26	(28-1-1)	16	18	34	17
27	(26-1-1)	16	20	36	18
28	(12-1-1)	22	13	35	17,5
29	(27-2-1)	21	18	39	19,5
30	(27-2-2)	12	20	32	16
31	(13-1-1)	17	20	37	18,5
32	(13-1-2)	12	22	34	17
33	(13-3-2)	25	16	41	20,5
34	(13-3-1)	13	17	30	15
	Total Bloques	569	607	1176	17,82