



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**OBTENCIÓN DE POBLACIONES
MEJORADAS DE ZAPALLO
(*Cucurbita moschata*)**

ORLIN YANUARIO VILLEDA ARITA

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agrícolas
Palmira, Colombia
2022

OBTENCIÓN DE POBLACIONES MEJORADAS DE ZAPALLO (*Cucurbita moschata*)

ORLIN YANUARIO VILLEDA ARITA

Proyecto de investigación presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Ciencias Agrarias

Director:

Ph.D. MARIO AUGUSTO GARCÍA

Codirector:

M,Sc ARMANDO ZAPATA VALENCIA

Línea de Investigación: Fitomejoramiento

Genética y Mejoramiento de plantas

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agrícolas

Palmira, Colombia

2022

Dedicatoria

A Dios por regalarme la sabiduría.

A mi padre Marco Tulio Villeda Chinchilla, a mi madre María Delmi Arita Pinto y a mi hermano Francis Alberto Villeda Arita por su amor, cariño, apoyo largo de todo este proceso.

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Orlin Yanuario Villeda Arita

Nombre Orlin Yanuario Villeda Arita

Fecha 23/11/2022

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme salud, sabiduría y entendimiento para completar esta meta.

A la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira por darme la oportunidad de estudiar y forjarme como un profesional.

Al Centro Experimental de Universidad Nacional de Colombia sede Palmira (CEUNP) por abrirme las puertas y brindarme el espacio para realizar mi trabajo de tesis.

A mis directores: Profesor Mario Augusto García Dávila y Profesor Armando Zapata Valencia por su acompañamiento y conocimiento compartido.

A Claudia Karina Sanabria Maldonado por su apoyo emocional a lo largo del proceso.

A toda mi familia que estuvieron al pendiente apoyándome emocionalmente.

A Francis Joel Aguilar Espinal por la amistad y apoyo cuando más lo necesite.

A mis amigos Dilmer Guzmán, Arnold Barona, Juan Rubio, Diego Cuero, Miguel Piso, Jennifer López, entre otros por brindarme su amistad.

Al personal de CEUNP por su colaboración, consejos, y amistad.

Resumen

Obtención de poblaciones mejoradas de zapallo (*Cucurbita moschata*). Tesis de Maestría.

El zapallo (*Cucurbita moschata*) es una hortaliza muy importante en el mundo por el aporte en la alimentación y la medicina. En Colombia no existen muchas variedades mejoradas en esta especie. Por ello, el objetivo del presente estudio fue obtener nuevas poblaciones de zapallo élite en cuanto al número de frutos por planta (NFP) y el peso del fruto (PF). El experimento se desarrolló en el Centro experimental de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (CEUNP) entre el periodo de julio 2021 a junio 2022. El material vegetal se obtuvo a partir del cruzamiento de los cultivares UNAPAL-Bolo Verde x UNAPAL-Llano Grande en tres ciclos de selección recurrente por autofecundación. La selección realizada destacó el comportamiento de las poblaciones 12, 32, 71 y 115 que presentaron un rango 4~6 frutos por planta con un peso promedio 1.32-2.52 Kg/fruto en poblaciones F3. En términos de heterosis la generación F1 presentó las mayores ganancias respecto al promedio de los parentales con valores para el rendimiento por planta de 26.6 kg (Heterosis: 127.7%), número de frutos por planta ~ 6.3 (73.8%), peso de fruto ~4.2 Kg (27.4%) y un grosor de pulpa de 3.9 cm (11.8%), no obstante, se observó una disminución del vigor en las generaciones F2 y F3, sugiriendo efectos de la endogamia en el comportamiento de las progenies. Los resultados anteriores permiten validar que el producir híbridos F1 en esta especie, es la mejor opción para obtener cultivares comerciales con características de interés industrial y una mayor productividad por área.

Palabras clave: selección, heterosis, autofecundación, mejoramiento.

Abstract

Obtaining improved populations of squash (*Cucurbita moschata*). *Master's Thesis*

The pumpkin (*Cucurbita moschata*) is a very important vegetable in the world for its contribution to food and medicine. There are not many improved varieties of this species in Colombia. For this reason, the objective of the present study was to obtain new populations of elite squash in terms of number of fruits per plant (NFP) and fruit weight (FP). The experiment was carried out at the Experimental Center of the National University of Colombia, Palmira (CEUNP) from July 2021 to June 2022. The plant material was obtained by crossing the cultivars UNAPAL-Bolo Verde x UNAPAL-Llano Grande in three cycles of recurrent selection by self-fertilization. The selection carried out highlighted the behavior of populations 12, 32, 71 and 115 that presented a range of 4~6 fruits per plant with an average weight of 1.32-2.52 kg/fruit in F3 populations. In terms of heterosis the F1 generation presented the greatest gains with respect to the average of the parents with values for yield per plant of 26.6 kg (Heterosis: 127.7%), number of fruits per plant ~ 6.3 (73.8%), fruit weight ~4.2 Kg (27.4%) and a flesh thickness of 3.9 cm (11.8%), however, a decrease in vigor was observed in the F2 and F3 generations, suggesting inbreeding effects in the behavior of the progenies. The above results validate that producing F1 hybrids in this species is the best option to obtain commercial cultivars with characteristics of industrial interest and higher productivity per area.

Key word: selection, heterosis, self-fertilization, breeding.

Contenido

	Pág.
Resumen	VI
Lista de tablas	IX
Lista de figuras	X
1. Introducción	1
2. Objetivos	3
3.1. General	3
3.2. Específicos	3
3. Revisión de literatura	4
3.1. Antecedentes del cultivo de zapallo	4
3.2. Taxonomía y botánica del cultivo	4
3.3. Mejoramiento en plantas de zapallo	6
3.4. selección recurrente	6
3.5. Mejoramiento en Colombia	7
3.6. Variedad UNAPAL-Bolo Verde	7
3.6.1. Origen	7
3.6.2. Características botánicas	7
3.6.3. Adaptación	8
3.7. Variedad UNAPAL-Llano Grande	8
3.7.1. Origen	8
3.7.2. Características botánicas	8
3.8. Antesis	9
4. Materiales y Métodos	10
4.1. Localización del experimento	11
4.2. Material Genético	11
4.3. Obtención de híbridos	12
4.4. Polinización	12
4.5. Extracción de semilla	13
4.6. Primer ciclo de selección	13
4.7. Segundo ciclo de selección	15
4.8. Variables evaluadas	17
4.9. Análisis de datos	18
4.9.1. Modelo de diseño completamente al azar	18
4.9.2. Modelo de diseño de bloques completos al azar	18
4.9.3. Heterosis y ganancia genética	19
4.9.4. Depresión por endogamia	19
5. Resultados y Discusión	20
5.1. Primer ciclo de selección	20
5.2. Segundo ciclo de selección	24
5.3. Comparación entre ciclos de selección y parentales	29
5.4. Heterosis y endogamia	32
5.4.1. Variable de rendimiento por planta	32

5.4.2. Variable peso del fruto	34
5.4.3. Variable número de frutos por planta	36
5.4.4. Variable grosor de pulpa	38
6. Conclusiones.....	40
7. Recomendaciones.....	41
8. Referencia.....	42
9. Anexos	44

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica del zapallo.....	04
Tabla 2. Poblaciones que se evaluaron en F2 para determinación de ganancia genéticas	10
Tabla 3. Parentales con sus características fenotípicas	11
Tabla 4. Cuadrados medios para las variables evaluadas en el primer ciclo de selección	20
Tabla 5. Cuadrados medios para las variables número de frutos por planta (NF), Peso del fruto (PF), rendimiento por planta (DP), días a floración estaminada (DFE) y días a floración pistilada (DFP)	25
Tabla 6. Cuadrados medios para las variables circunferencia ecuatorial (CE), circunferencia polar (CP), diámetro de la cavidad interna (DCI), grosor de pulpa (GP), número de semillas por fruto (NSE) y peso de 100 semillas (P100)	27
Tabla 7. Cuadrados medios para las diferentes comparaciones entre las generaciones.	30
Tabla 8. Cuadrados medios para las generaciones y sus parentales.....	31

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Croquis de la siembra de los parentales para obtención de híbridos	12
Figura 2. Proceso de polinización	13
Figura 3. Establecimiento de las 30 poblaciones en campo.....	15
Figura 4. Mapa de la simbra de las 30 poblaciones evaluadas en F2	15
Figura 5. Establecimiento en campo de las 10 poblaciones más el parental UNAPAL- Bolo Verde	16
Figura 6. Mapa de la simbra de las 10 poblaciones evaluadas en F3 más el parental UNAPAL-Bolo Verde	16
Figura 7. Gráfico de relación entre las variables número de frutos por planta y peso del fruto en F2.....	23
Figura 8. Poblaciones seleccionadas en F2.....	24
Figura 9. Poblaciones seleccionadas en F3.....	29
Figura 10. Gráfico de relación entre la variable número de frutos y peso del fruto en F3.	30
Figura 11. Gráfico de la variable rendimiento por planta para las generaciones	32
Figura 12. Histograma de la variable rendimiento por planta para las generaciones	33
Figura 13. Gráfico de la variable peso de fruto para las generaciones.....	34
Figura 14. Histograma de la variable peso de fruto para las generaciones.	35
Figura 15. Gráfico de la variable número de frutos por planta para las generaciones.....	36
Figura 16. Histograma de la variable número de frutos por planta para las generaciones	37
Figura 17. Gráfico de la variable grosor de pulpa para las generaciones.....	38
Figura 18. Histograma de la variable grosor de pulpa para las generaciones.	39

1. Introducción

El zapallo es una hortaliza que constituye parte de la dieta alimentaria de los colombianos, dado que es una fuente de energía tanto en la preparación de concentrados y harinas en los sistemas industriales para consumo humano y animal. (Lira 1995; Robinson y Decker, 1997; Loy, 2004). En lo nutricional el zapallo es una fuente rica en ácido ascórbico, carbohidratos, fósforo, calcio, hierro, tiamina y niacina (Caicedo 1993), que se usan para el cuidado de la piel, la vista, los huesos y el cabello (Mallana, 2018).

Tradicionalmente ha sido una especie que se cultiva en huertas familiares, no obstante, se ha adoptado comercialmente para la industria. Según los datos de la FAO (2022) para el año 2020 se reportaron 2,019,564 ha sembradas a nivel mundial con una producción de 27,962,742 ton con promedios de 13.84 ton/ha. Esta misma fuente indica que en Colombia la producción ha tenido un incremento anual de 16.1% al pasar de 35,000 ton en el 2000 a 147,684 ton para el 2020 en un área sembrada de 13,872 ha. Sin embargo, la tendencia productiva a nivel nacional de esta especie muestra un decrecimiento anual del 0.45% en el rendimiento en ton/ha desde el año 1961 hasta el 2020. Lo que probablemente se deba a la poca disponibilidad de variedades mejoradas de esta especie y escasa diversidad genética, lo que representa un reto para los programas de mejoramiento genético donde se busca contrarrestar esta tendencia.

En este sentido el Programa de “Mejoramiento Genético, Agronomía y Producción de semillas de Hortalizas” de Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, promueve la obtención de nuevos cultivares con mayor productividad por área y características industriales acorde a las necesidades del productor y consumidor. Las poblaciones obtenidas de cruzamientos son un aporte importante en la variabilidad genética que se presenta a lo largo de su ciclo. Los procesos de

mejoramiento han sido orientados a producir variedades con enfoques agroindustriales y alimenticios con el fin de suplir la demanda del mercado y consumidores nacionales e internacionales (Ortiz, 2009).

Una de las estrategias que viene explorando el programa de mejoramiento de la UNAL, es la obtención de poblaciones mejoradas a partir de la hibridación de cultivares élites como UNAPAL-Bolo Verde y UNAPAL-Llano Grande, cultivares que se destacan por su peso y número de frutos por planta. El objetivo del presente estudio fue obtener poblaciones mejoradas a través de un sistema de selección recurrente con cruzamientos fraternos con la finalidad de buscar un mayor número de frutos por planta y un peso adecuado.

2. Objetivos

2.1. General:

Obtener genotipos de zapallo (*C. moschata*) con potencial para rendimiento y calidad de fruto a partir de descendientes biparentales.

2.2. Específicos.

Evaluar el desempeño agronómico de individuos F2 de zapallo (*C. moschata*) provenientes de un cruzamiento biparental.

Seleccionar genotipos de zapallo (*C. moschata*) promisorias para rendimiento y calidad de fruto aplicando selección recurrente fenotípica.

3. REVISIÓN LITERARIA

3.1. Antecedentes del cultivo de zapallo

Según Gaspera (2013) la calabaza o zapallo (*Cucurbita moschata*) pertenece a la familia cucurbitaceae que contiene 120 géneros y 800 especies. Este autor nos afirma que es susceptible a climas fríos y su origen radica en áreas subtropicales y tropicales del mundo y por el cual han desarrollado guías con zarcillos siendo una vía en la adaptación para competir por energía solar.

Según Lira y Montes (2009) en el pasado, se pensó que el centro de origen de *C. moschata* era Asia, sin embargo, con la información que se han obtenido actualmente; se sabe que es una planta que se domesticó en América, sin tener todavía un lugar exacto de donde se cultivó por primera vez. Estos autores nos muestran que en diferentes estudios se ha dicho que Mesoamérica como Sudamérica sería su centro de origen en el cual el lugar preciso sería Colombia.

3.2. Taxonomía y botánica del cultivo.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del zapallo.

Taxonomía	
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Violales</i>
Familia	<i>Cucurbitaceae</i>
Género	<i>Cucurbita</i>
Especie	<i>moschata</i>

Fuente: Guillermo (2012)

Es una especie de ciclo corto, rastreras con un buen vigor, teniendo plantas semiarbustivas (poca guía), en la etapa de crecimiento es abundante su parte vegeta, esta es suave con pubescencia alta, largos o cortos tricomas teniendo textura susceptible con vello. Tallos fuertes con forma angular siendo de color verde. Los peciolo de las hojas van de 30 cm en adelante, siendo anchamente ovaladas, un ápice obtuso, los zarcillos van de 3-5 por rama o guía (Mera et al., 2011).

C. moschata, se siembra en cualquier etapa del año por la adaptabilidad en áreas secas y con humedad. Con una temperatura que limita entre 18 a 32°C, siendo la óptima de 25 a 26°C, es necesario 10 o más horas luz para obtener una buena producción, para la germinación se requiere de 10 a 12°C. El cultivo demanda una gran cantidad de agua por su crecimiento exuberante y rápido, debido a esto el tiempo más favorable para sembrar es en agosto a septiembre porque son los meses donde época lluviosa. Los suelos que brindan mayor adaptación a este cultivo son suelos altos en materia orgánica con drenajes, sin embargo, se adapta a la mayor cantidad de suelos a excepción de suelos ácidos que es relativamente tolerante. El pH en el que se tiene la mayor producción va entre 6 a 7. (De Gracia et al., 2003).

Las plantas presentan flores estaminadas y flores pistiladas. La flor estaminada cuenta con uno o dos estambres, con filamentos pequeños y gruesos, en cuanto a la flor pistilada es una sola y tiene un pedúnculo corto (Agbagwa et al., 2007).

Los frutos tienen una gran diversidad de tamaño y formas, siendo según la forma del ovario, preferiblemente redondos, lisos con ciertas verrugas, con una cáscara gruesa con una gran variabilidad de colores. El color de la pulpa puede ser verde o naranja y sus diferentes tonalidades de estos colores, teniendo un sabor dulce, con gran número de semillas de color blanco (Lira, 1995).

El néctar se convierte en el atrayente principal por el olor dulce que se produce al tiempo que las flores están listas para ser polinizadas. Siendo las

abejas (*Apis mellífera*) y los trips los encargados de hacer ese arduo trabajo (Philippe, 1991).

3.3. Mejoramiento en zapallo

La *C. moschata* es una planta alógama, que al ser monoica se convierte en una especie con polinización cruzada. Por lo cual son especies heterogéneas que presentan una alta heterocigosis en las plantas individuales por su variabilidad genética en cada etapa, estas especies al ser alógamas su mejoramiento se obtiene con híbridos de muy buen comportamiento (Estrada et al., 2010, Vallejo y Estrada, 2004).

Al momento de elegir el método de mejoramiento más eficiente y que pueda ayudar en la selección para obtener ganancia genética, es de vital importancia la atención de los caracteres genéticos entre los cuales están el índice de variación, heredabilidad, variación genética que van correlacionados entre sí. Por otro lado, para saber la obtención de ganancia de forma indirecta va acorde en diferentes características. Entre la principal ventaja de estos métodos es obtener una parte económica, al manejar un conocimiento acerca de la selección, esto ayuda a que los resultados sean obtenidos de una manera más fácil (Cruz y Regazzi, 2001).

3.4. Selección recurrente

En las plantas de polinización cruzada o alógamas el método más utilizado es la selección recurrente fenotípica, ya que la recombinación entre las poblaciones se produce en forma natural (Vallejo y Estrada, 2002).

Según Vallejo y Estrada (2004) el método de selección recurrente y pedigrí son los más apropiados al momento de mejorar poblaciones, en cambio, el método de padre recurrente se utiliza en la transferencia de caracteres mayores en distintas especies o variedades.

Este método tiene como fin obtener nuevos cultivares heterogéneos y homogéneos en especies de polinización cruzada. El objetivo es seleccionar

plantas que cumplan con las características deseadas en una población heterogénea, su medio para realizarlo es la polinización manual o con el fin de obtener poblaciones homogéneas que luego se recombinan entre sí para obtener una nueva población mejorada (Allard, 1975).

3.5. Mejoramiento en Colombia

En año de 1985 la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira tomó el reto de investigar diversas hortalizas con la creación del Programa “Mejoramiento Genético, Agronomía y Producción de semillas de Hortalizas”, para entonces no disponían de especies mejoradas, por lo cual se inició con semillas obtenidas de agricultores de la zona (Estrada, 2003). El programa se enfoca en investigar sobre el fitomejoramiento en hortalizas, con el fin de obtener nuevas variedades de zapallo, tomate chonto, habichuela, pimentón, ají y cilantro (Montes, 2003)

3.6. Variedad UNAPAL-Bolo Verde.

3.6.1. Origen

La variedad UNAPAL-Bolo Verde fue obtenida por el Programa “Mejoramiento Genético, Agronomía y Producción de semillas de Hortalizas” de Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, por medio del método de selección recurrente con recombinación entre las plantas que presentaron los mejores caracteres evaluados, la población que dio origen a esta variedad es la más conocida en Colombia como P34 (Estrada et al., 2004).

3.6.2. Características botánicas

UNAPAL-BOLO VERDE presenta diferencias a otros cultivares dado que su tallo es redondo acanalado, pubescente, sus hojas presentan manchas

blanquecinas, uniformes con borde lobulado, hábito de crecimiento rastrero con gran cantidad de tallos (guías), es una variedad monoica que inicia la inflorescencia estaminada a los 50 y 55 días, en cambio la inflorescencia pistilada empieza a los 55 a 65 días. El fruto es redondo de color verde intenso cuando está en desarrollo y al llegar a cosecha torna a un color verde oscuro. El promedio de frutos por planta es de 4 a 5 con un peso promedio que varía entre 2.5 a 4 kg por fruto. El color de la pulpa es amarillo brillante y una cavidad interna con un diámetro de 3.5 a 5.5 cm (Estrada et al., 2004).

3.6.3. Adaptación

La variedad se ha evaluado en diferentes climas a una altura a nivel del mar de 800 a 1,500 msnm con una temperatura promedio de 19 a 28 °C en el que presentó una excelente adaptación. Esta presenta un buen desarrollo en suelos con gran cantidad de materia orgánica, suelo francos o levemente arcillosos, y con un pH óptimo entre 5.8 a 7 dado que en este presenta un mayor desarrollo del sistema radicular (Estrada et al., 2004)

3.7. Variedad UNAPAL-Llano Grande

3.7.1. Origen

La nueva variedad se obtuvo de la población 34 (P-34) que fue recolectada por Montes (2003). Al evaluar la P-34 se notó que era muy variable, por el cual se llevó a cabo una selección recurrente a lo largo de 3 ciclos de recombinación evaluando caracteres como tamaño de fruto, rendimiento, precocidad, entre otros (Estrada et al., 2010).

3.7.2. Características botánicas

La variedad es muy uniforme y estable en desarrollo de su crecimiento presentando un número moderado de guía o tallo, siendo este de forma cilíndrica con presencia de bellos, hoja pequeña, con presencia

de blanquecinos, biología floral monoica, la floración masculina y femenina empieza a 60 a 70 días luego de haber emergido, la cosecha se obtiene en ciclo promedio de 135 días, con un número de frutos entre 9-11 por planta, con una producción por planta de 10 a 20 kg (Estrada et al., 2010).

El fruto tiende a ser esférico con epidermis lisa, el color es verdoso con presencia de pigmentos amarillos o rojos al momento de la cosecha, con un peso promedio de 1.5 a 3 kg, con un grosor de pulpa que varía entre 3.8 a 4.8 cm, el diámetro de placenta es de 9 a 12 cm. La pulpa tiene un color amarillo fuerte (Estrada et al., 2010).

3.8. Antesis.

El inicio de la antesis comienza cuando la flor se abre terminando en el momento que esta cierra, esto coincide con el momento en que el polen deja de ser viable y la recepción del polen en el óvulo. En zapallo la viabilidad del polen es muy alta al inicio y al momento de transcurrir el tiempo este se va deteriorando hasta llegar a porcentajes de 4%-6% al transcurrir un día de la apertura de la flor (Agbagwa et al., 2007).

El inicio de la floración se da cuando aparece la presencia de flores masculinas a la edad de 56 días de trasplante. En cambio, las flores femeninas inician a los 21 días posteriores o 77 días después del trasplante. La proporción en cuanto a flores masculinas y femeninas es de 9:1. La duración de la floración masculina varía entre 56 a 70 días y la floración femenina dura aproximadamente 42 días (Agbagwa et al., 2007).

4. Materiales y Métodos

4.1. Localización del experimento:

El estudio se realizó en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (CEUNP), entre el segundo semestre de 2021 (2021-2) y primer semestre de 2022 (2022-1), localizado en Candelaria, Valle del Cauca, Colombia, con una temperatura promedio de 26 °C, una humedad relativa de 76%, a una altura de 960 msnm, la precipitación promedio del año es de 1100 mm, coordenadas 3°25'34,42" N y 76°25'47,57" W.

4.2. Material vegetal

Se utilizaron 30 poblaciones de *Cucurbita moschata* (Tabla 2) generadas mediante el cruzamiento de la variedad UNAPAL-Bolo Verde♂ * la variedad UNAPAL-Llano Grande♀ las cuales se evaluaron en ciclo F2 con recombinación genética de autofecundación asistida, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 2. Poblaciones que se evaluaron en F2 para determinación de ganancia genética

POBLACIONES				
28	138	117	128	135
88	124	41	170	71
29	35	27	152	4
106	96	31	172	32
86	115	119	12	81
127	151	3	44	165

Fuente: CEUNP

Las 30 poblaciones se seleccionaron de acuerdo con sus características fenotípicas en campo como: precocidad, tamaño de fruto, color externo, prolificidad, peso del fruto, número de frutos por planta y buen comportamiento agronómico entre otros criterios de selección que el fitomejorador busca.

De acuerdo con la selección de poblaciones en F1 se evaluaron varias plantas que representan una población, cada una en cuanto a sus características fenotípicas con esto se llevó a un siguiente ciclo de recombinación genética F2.

En la obtención de estas poblaciones, fueron obtenidos por el mismo centro por medio de mejoramiento genético vegetal con el objetivo de aprovechar la ganancia genética que tiene el país, y así obtener una nueva variedad que supla las necesidades deseadas para el consumidor final o productor colombiano.

En la Tabla 3. se muestran padres de las poblaciones que se evaluaron.

Tabla 3. Padres con sus características fenotípicas.

Parental	Adaptación	Rendimiento	Ciclo del cultivo
UNAPAL_BOLO VERDE	200-1800 msnm	5 kg/planta	140 días
UNAPAL_LLANO GRANDE	500-1600 msnm	14-17 kg/planta	150 días

Fuente: CEUNP (2004,2010)

4.3. Obtención de híbridos.

Los híbridos se obtuvieron mediante cruzamientos de las variedades UNAPAL-Bolo Verde y UNAPAL-Llano Grande, se utilizó la variedad UNAPAL-Bolo Verde como padre y la variedad UNAPAL-Llano Grande como madre. El proceso se dio al sembrar un surco de la variedad UNAPAL-Llano Grande en el centro rodeado de tres surcos a ambos lados de la variedad UNAPAL-Bolo Verde con polinización cruzada, para evitar la contaminación al momento de la polinización, con anterioridad se eliminaron las flores masculinas de la variedad UNAPAL-Llano Grande, para que los frutos formados en ella fueran producto del cruzamiento con el cultivar UNAPAL-Bolo Verde del cual se obtuvieron 175 frutos diferentes entre sí, que se convirtieron en híbridos y se evaluaron en F1.

Figura 1. Croquis de la siembra de los padres para obtención de híbridos.



Fuente: Elaboración propia

4.4. Polinización

La metodología utilizada en la polinización para obtener poblaciones F2 Y F3 fue una polinización asistida. Se cubrió con bolsas de tela la flor estaminada como la pistilada antes de la apertura para evitar la contaminación del polen. Al tiempo que la flor pistilada esté abierta se cortó la flor estaminada y se introdujo en la flor pistilada y se volvió a tapar para que los polinizadores no fueran a contaminar esta flor con el polen de otra población para tener semillas de la misma población y así seguir trabajando con estas poblaciones para llegar a tener una semilla homogénea que se convertiría en una variedad (Figura 2).

Figura 2. Proceso de polinización manual.

Fuente: Tomado y modificado de Vallejo y Estrada (2004).

4.5. Extracción de semillas

La semilla de las poblaciones se obtuvieron de las flores autofecundadas que se convirtieron en frutos, estos fueron cosechados una vez que alcanzaron el estado de madurez fisiológica. El fruto se cortó por la mitad y se separaron las semillas del tejido placentario el cual se colocó en una malla fina a temperatura ambiente por tres días. Luego de completarse el secado, las semillas se colocaron en sobres de papel manila con sus respectivas rotulaciones y se conservaron en el cuarto frío de CEUNP a una temperatura de 5°C.

4.6. Primer ciclo de selección

El material genético de la F2 se sembró bajo un diseño completamente al azar con 30 tratamientos (poblaciones), cada tratamiento constó de 9 plantas de cada población.

La etapa de vivero o plantación se hizo en el invernadero del Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (CEUNP) en bandejas utilizando sustrato turba comercial, cuando las plántulas presentaron su primer hoja verdadera se procedió a seleccionar las mejores plantas para pasarlas a vasos plásticos con sustrato a base de arena, suelo, cascarilla de arroz con una relación de 1:2:1, este proceso se hizo para obtener una planta más vigorosa desde el primer día al momento del trasplante a campo abierto.

Cuando se procedió a la siembra en campo las poblaciones seleccionadas se distribuyeron en el lote aleatoriamente, contando con una distancia de 2.5 metros entre planta y 2.5 metros entre surco. Quedando 8 surcos con 4 tratamientos cada uno, el espacio entre tratamiento fue de 5 metros.

Al momento de la fertilización en todo el ciclo del cultivo se tomó el protocolo recomendado por los investigadores del CEUNP. Se utilizó el riego por goteo para tener una mejor utilidad del recurso agua.

Al momento que las plantas empezaron a desarrollar sus guías estas se fueron guiando para darle una mejor postura para facilitar otras labores como ser el guadañar para quitar malezas y desyerbar al pie de la planta para evitar competencia de nutrientes.

A los 120 días de la siembra en campo se procedió a cosechar los frutos de las plantas de cada población por separado, teniendo en cuenta las características que este cultivo presenta al momento de que el fruto está listo para cosecha como la marchitez del zarcillo, el color de la cáscara se torna más opacado en comparación cuando está en etapa de desarrollo. Luego los frutos fueron trasladados al laboratorio de CEUNP para realizar las evaluaciones correspondientes de los caracteres de cada fruto.

Figura 3. Establecimiento de las 30 poblaciones en campo.

Tomada por: Villeda 2021

Figura 4. Mapa de la siembra de las 30 poblaciones evaluadas en la generación F2.

28		170		96		81
138		71		31		127
117		29		172		151
128		35		32		3
135		27		86		44
88		152		115		165
124		4		119		
41		106		12		

Fuente: Elaboración propia.

4.7. Segundo ciclo de selección

Las poblaciones seleccionadas fueron sembradas en un diseño de bloque completos al azar con 4 repeticiones, contando con 11 tratamientos que se dividen en 10 poblaciones seleccionadas del ciclo anterior más la variedad UNAPAL-Bolo Verde como testigo, los tratamientos tenían un total de 5 plantas cada uno. La distancia entre plantas fue de 3 m y 3 m entre surco. La parcela establecida fue de 33 m de ancho por 72 m de largo obteniendo un área de 2376 m².

En este segundo ciclo se efectuaron las mismas actividades que el ciclo anterior en cual se mejoró el manejo agronómico.

Figura 5. Establecimiento en campo de las 10 poblaciones más el parental UNAPAL-Bolo Verde.



Tomada por: Villeda 2022

Figura 6. Mapa de la siembra de las 10 poblaciones evaluadas en F3 más el parental UNAPAL- Bolo Verde.

115		28		28		71
4		BV		115		32
BV		117		117		BV
117		115		4		115
12		96		32		28
81		12		BV		96
165		32		81		165
71		165		12		12
32		4		71		81
96		81		96		117
28		71		165		4

Fuente: Elaboración propia

4.8. Variables evaluadas

Para la determinación de las variables se evaluaron las cinco plantas centrales de cada población en F2 o primer ciclo de selección.

Para la determinación de las variables se evaluaron las tres plantas centrales de cada bloque para cada población en F3 o segundo ciclo de selección.

Las variables fueron:

Rendimiento por planta (RP.): se determinó mediante el cociente del peso total de los frutos cosechados y dividido entre las plantas evaluadas.

Número de fruto por planta (NFP.): se determinó mediante el conteo de los frutos cosechados de plantas centrales de cada tratamiento, dividido entre las plantas evaluadas.

Peso de frutos (PF): se determinó sumando el peso de cada fruto por separado y luego dividirlo entre la cantidad de frutos obtenidos.

Días a floración estaminada (DFE): se determinó el día de floración cuando el 50% más uno de las plantas hayan florecido en cada población.

Días a floración pistilada (DFP): se determinó el día de floración cuando el 50% más uno de las plantas hayan florecido en cada población

Circunferencia polar del fruto (CP): se determinó midiendo con una cinta métrica su circunferencia polar.

Circunferencia ecuatorial del fruto (CE): se determinó midiendo con una cinta métrica su circunferencia ecuatorial.

Grosor de la pulpa (GP): Se determinó midiendo con un metro el grosor de la pulpa.

Diámetro de cavidad interna del fruto (DCI): se determinó midiendo con una cinta métrica el espacio de la cavidad donde se aloja la semilla y el mucílago.

Peso de 100 semillas (P100): se pesaron 100 semillas de cada fruto por separado.

Número de semillas por fruto (NSF): se contaron las semillas de cada fruto y se promedió en todos los frutos de cada población.

4.9. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) en el software SAS 9.4 para cada variable evaluada en el estudio, con el propósito de saber si hay significancia estadística entre cada población, para así seleccionar las mejores poblaciones que se adapten a las necesidades que el mejorador está buscando.

Luego de hacer el análisis de varianza (ANDEVA), se procedió hacer una prueba de medias de Duncan al $p < 0.005$ de significancia para saber cuáles son las poblaciones diferentes entre sí, para tener un mejor panorama de selección de las poblaciones evaluadas.

4.9.1. Modelo diseño completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + T_j + e_{ij}$$

Y_{ij} = Valor fenotípico observado

μ = media general del experimento

T_j = efecto del tratamiento j

e_{ij} = Error experimental

4.9.2. Modelo diseño de bloques completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + T_j + B_j + e_{ij}$$

Y_{ij} = Valor fenotípico observado

μ = media general del experimento

T_j = efecto del tratamiento j

B_j = efecto del Bloque j

e_{ij} = Error experimental

4.9.3. Heterosis o ganancia

Se determina un ΔG teniendo la media de la generación la media de los ambos parentales, obteniendo el resultado en porcentaje.

$$\Delta G = [(MG - MP)]/MP * 100 = \%$$

Siendo “MG” media de la generación, “MP” media de los parentales.

4.9.4. Depresión por endogamia

Se determina el efecto de endogamia al comparar la media generación anterior con la media de la generación siguiente.

$$\%DE = ((MFA - MFS) / MFA) * 100$$

Siendo “MFA” media de la generación anterior, “MFS” media de la generación siguiente.

5. Resultados y Discusión

5.1. Primer ciclo de selección

En el análisis de varianza (ANDEVA) en cada variable cuantitativa de manera individual, se observó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) (Tabla 4).

Tabla 4. Cuadrados medios para las variables evaluadas en el estudio del primer ciclo de recombinación.

Variables	CM	CV	Media	Media F1
NFP	4.25**	33.42	4.04	4
PF	12.44**	38.01	3.14	3.5
RP	41.14**	35.56	12.87	15
DFE	13.81**	4.11	35.5	55
DFP	36.53**	3.29	35.09	65
CE	587.44**	15.43	60.54	75
CP	636.54**	15.16	60.54	38
DCI	41.84**	35.11	12.09	
GP	3.18**	17.68	3.57	
NSE	65605.63**	30.23	431	
P100	63.84**	28.43	12.32	

** Significativo al 1%, *Significativo al 5%, **ns** no significativo. **NFP**: número de frutos por planta, **PF**: peso del fruto, **RP**: Rendimiento por planta, **DFE**: días a floración estaminada, **DFP**: días a floración pistilada, **CE**: circunferencia ecuatorial, **CP**: circunferencia polar, **DCI**: diámetro de la cavidad interna, **GP**: grosor de pulpa, **NSE**: número de semillas por fruto, **P100**: peso de 100 semillas, **CM**: cuadrados medios, **CV**: coeficiente de variación.

Las diferencias nos revelan que al menos una población es diferente al resto, por el cual tenemos una gran variabilidad entre poblaciones.

En la variable rendimiento por planta, el promedio de la media general fue de 12.87 kg/planta (Tabla 4) superando en 157.4% a la media de UNAPAL-Bolo Verde, en cuanto a UNAPAL-Llano Grande se perdió un porcentaje de 16.97% (Tabla 3).

De acuerdo con los datos obtenidos en F1 para la media general de rendimiento por planta se observa una disminución del 14.2%, en número frutos por planta ganando un 1% y en peso del fruto perdiendo un 10.29% esto se debe a que en F2 se presentan todos los genes de los parentales por el cual se genera una gran variabilidad (Tabla 4).

En la Tabla 4 el coeficiente de variación presentó porcentajes de 33.42% (NFP), 33.56% (RP) y 38.01% (PF) valores que concuerdan con los resultados obtenidos por Tobar (2009) 36.97% (NF), 41.64% (RP), 36.97% (PF), y Zambrano (2010) 30.5%-34.17% (NFP), 35.3%-36.52% (RP), 20.5% 26.3% (PF).

Las variables días a floración estaminada (DFE) y días a floración pistilada (DFP) presentaron diferencias altamente significativas entre poblaciones el promedio fue de 35 días tanto para flores estaminada y pistilada, con la diferencia que en este ciclo pasó algo anormal a lo propuesto por literatura que nos afirma que primero aparecen las flores estaminadas y luego las pistiladas, Autores como xxxxxx reportan que en el zapallo, las flores estaminadas aparecen antes que las pistiladas, sin embargo, en la presente investigación probablemente por las condiciones ambientales sucedió un efecto contrario (Tabla 4).

La media general para la variable días a floración pistilada (DFP) fue de 35.09 días y para días a floración estaminada (DPE) fue 35.5 días que concuerdan con los datos obtenidos por Vásquez (2014) que fueron (31.67-50.67) días (DFP) y (30.73-40) días (DPE). El coeficiente de variación fluctuó entre 3.29% (DFP) y 4.11% (DFE) que se acercan a los resultados obtenidos por Tobar (2009) y Zambrano (2010) que fluctuaron entre (7.80-8.09) % (DFP) y (6.73-7.80) % (DFE).

Para las variables circunferencia ecuatorial (CE), circunferencia polar (CP) se identificaron diferencias altamente significativas entre poblaciones. Al comparar los resultados obtenidos con la generación f1 para variable circunferencia ecuatorial se pasó de tener 75cm a 60.54cm, en circunferencia polar se pasó de 38cm a 60.54cm, por el cual se logró un fruto redondo que es más apetecible para la vista del consumidor (Tabla 4).

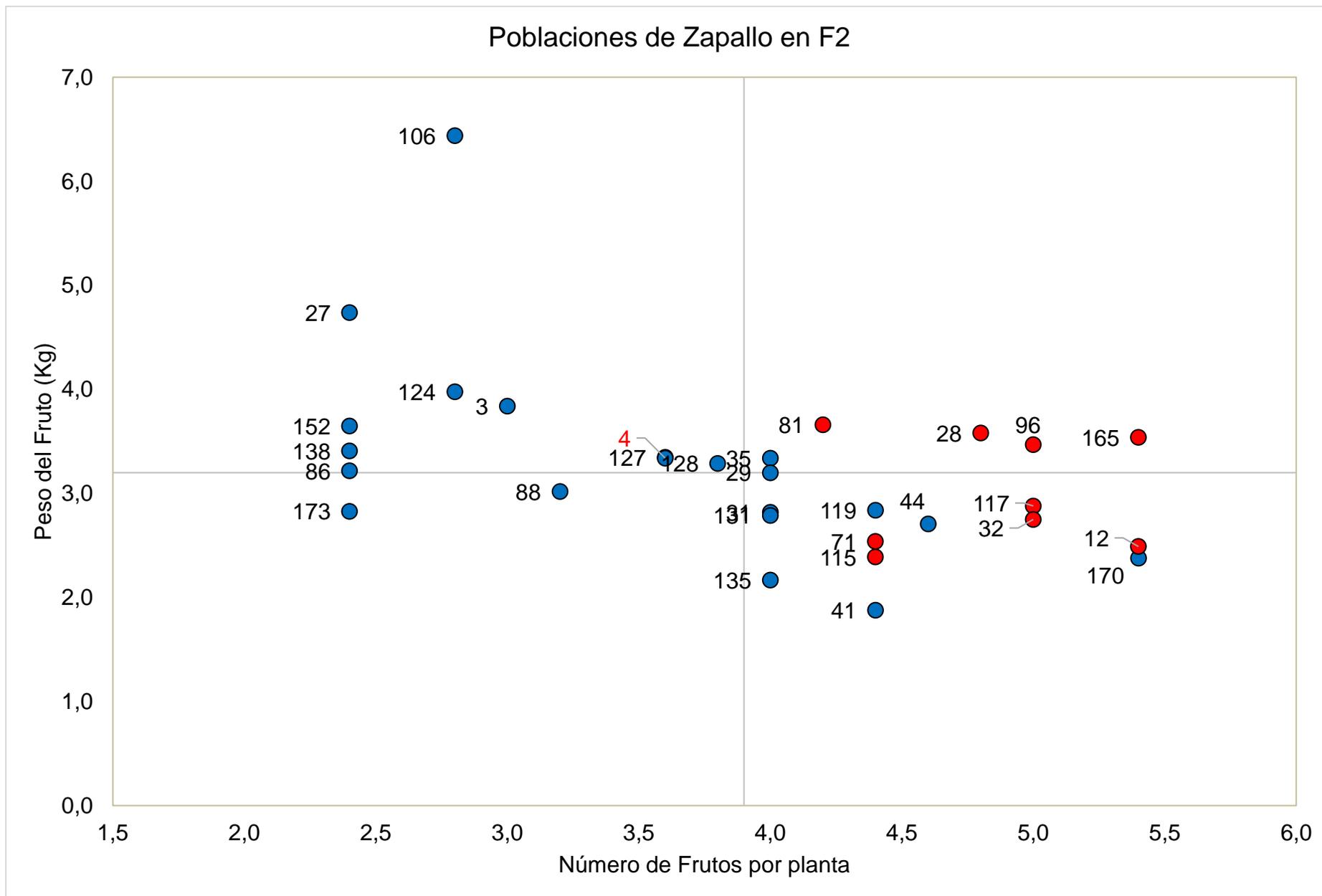
Las poblaciones presentaron diferencias estadísticas para las variables diámetro de la cavidad interna (DCI) y grosor de pulpa (GP). La variable diámetro de cavidad interna la media general fue de 12.09 cm y un coeficiente de variación del 35.11%, mientras que, en la variable grosor de pulpa la media fue de 3.57cm con una variación del 17.68% (Tabla 4).

En estudios realizados por Tobar (2009) y Zambrano (2010), tuvieron coeficientes de variación entre (6.10-17) % para DCI y (12.20-16.09) % para GP.

Se detectaron diferencias estadísticas para las variables número de semillas por fruto (NSE) y peso de 100 semillas (P100). Los resultados obtenidos muestran alta variabilidad genética probablemente por la recombinación de las poblaciones obtenidas, debido al tamaño de cada fruto, porque un fruto grande presenta pocas semillas, pero con mayor peso a diferencia de los frutos pequeños.

Los promedios obtenidos en las poblaciones fluctuaron entre 431 para NSE y 12.32 gramos para P100. El coeficiente de variación vario entre 30.23% (NSE) y 28.43% (P100) (Tabla 4).

Figura 7. Gráfico de relación entre las variables número de frutos y peso del fruto en F2.



El criterio de selección de las poblaciones evaluadas en F2 fue obtener diez poblaciones (5 poblaciones de 2 a 3 kg y 5 poblaciones de 3 a 4 kg) con la mayor cantidad de frutos por planta y tomando en cuenta también la característica de sanidad (Figura 7). Las diez poblaciones seleccionadas fueron 165, 96, 28, 81, 4, 12, 117, 32, 71 y 115 (Figura 8).

Figura 8. Poblaciones seleccionadas en F2.



5.2. Segundo ciclo de selección

Al recolectar los datos de este ciclo se procedió hacer un análisis de varianza reflejando diferencias significativas para todas las variables. Por lo cual al menos una población es diferente al resto. Cabe destacar que el ambiente afectó drásticamente en la etapa de desarrollo del fruto en este ciclo para las variables rendimiento por planta (RP) y el número de frutos por planta (NFP) (Tabla 5).

Tabla 5. Cuadrados medios para las variables número de frutos (NFP), peso del fruto (PF), rendimiento por planta (RP), días a floración estaminada (DFE) y días a floración pistilada (DFP).

Población	NFP		PF		RP		DFE		DFP	
115	4.17	bc	2.24	abc	9.35	ab	35.50	bc	40.25	f
117	3.92	bc	2.23	abc	8.21	abcd	35.50	bc	36.00	cd
12	5.75	a	1.47	d	8.05	abcd	35.00	ab	34.25	a
165	3.58	bc	2.45	abc	9.54	ab	39.00	e	36.57	d
28	3.25	bc	2.90	a	9.35	ab	35.00	ab	35.33	bc
32	4.33	b	1.32	d	5.22	e	35.00	ab	34.75	ab
4	3.92	bc	1.88	bcd	7.37	bcde	35.75	c	39.50	f
71	4.42	b	2.52	ab	10.06	a	38.00	d	38.00	e
81	3.83	bc	2.32	abc	8.65	abc	35.25	bc	35.00	ab
96	3.50	bc	1.78	cd	5.94	de	35.25	bc	36.50	d
Bv	3	c	2.30	abc	6.38	cde	34.50	a	36.00	cd
CM	6.47**		2.65**		30.92 **		23.37**		45.06 **	
CV	34.31		34.59		32.96		2.01		2.78	
Media	3.98		2.14		8.04		35.8		36.59	

** Significativo al 1%, *Significativo al 5%, ns no significativo.

Al ser el zapallo una especie alógama presenta una alta variabilidad que se ve reflejado en las poblaciones evaluadas que son diferentes entre sí. Esto se debe a que a lo largo de los ciclos de selección se va llevando la planta a tener un cierto grado homogeneidad en el cual, se están presentando todos genes heredados de sus parentales.

En la Tabla 5 los coeficientes de variación de las variables evaluadas fluctuaron entre 34.31% (NFP), 34.59% (PF), 32.96% (RD), 2.01% (DFE) Y 2.78% (DFP), sin embargo, al comparar los valores con los coeficientes del del ciclo anterior (Tabla 5) se observa una reducción significativamente logrando la homogeneidad en las poblaciones. Estos resultados van acorde con los presentados por Zambrano (2010) que varían entre 34.17% (NFP), 36.52% (RD) y Vásquez (2014) con un coeficiente de variación para rendimiento por planta de 41.1%.

La prueba de medias de Duncan nos muestra las diferencias entre las poblaciones, la población 12 se destaca por tener el mejor promedio para número de frutos por planta (5.75), esto se ve influenciado por el peso de fruto (1.47 kg), lo cual influye en el rendimiento por planta (8.5 kg/planta), dado que se encuentra entre las poblaciones más productoras, y cumple con el tamaño adecuado buscado. La población 32 presentó el rendimiento por planta (5.22kg/planta) más bajo, pero posee un buen número de frutos y un peso de fruto adecuado. La variedad UNAPAL-Bolo Verde tuvo el menor número de frutos por planta (3), pero se vio favorecida con el peso del fruto (2.30 kg) que se ve reflejado en el rendimiento por planta (6.38 kg/planta) que no se diferencia de las poblaciones que menos produjeron (Tabla 5).

Para las variables días a floración estaminada y días a floración pistilada hay diferencias significativas entre las poblaciones. La población 12 sobresale de las demás al ser más precoz para la variable días a floración pistilada (34.25 días) en cambio para la variable días a floración estaminada (35 días) fue la segunda más precoz pero no se diferencia estadísticamente de UNAPAL-Bolo Verde que fue la que tuvo el mejor promedio (34.5 días). La población 165 fue la menos precoz para días a floración estaminada (39 días) que se diferenció estadísticamente del resto. La población 115 fue la menos precoz para la variable días a floración pistilada (40.25 días) que se diferenció del resto (tabla 5).

En relación con la floración, el mismo suceso que se presentó en el ciclo anterior en relación a la presencia de flores pistiladas y luego estaminadas, se observó en las poblaciones 12,165 y 32 en el caso de la población 71 la floración fue igual para las dos variables. Este nuevo efecto presentado en el estudio se atribuye a las condiciones climáticas.

Tabla 6. Cuadrados medios para las variables circunferencia ecuatorial (CE), circunferencia polar (CP), diámetro de la cavidad interna (DCI), grosor de pulpa (GP), número de semillas (NSE) y peso de 100 semillas (P100).

Población	CE	CP	DCI	GP	NSE	P100
115	59.25 a	54.87 a	11.05 b	3.9 a	238 cd	11.23 bcd
117	58.88 a	54.48 a	11.75 b	3.43 bc	277 bcd	10.24 cde
12	52.27 bc	48.14 b	10.59 bc	2.95 cd	301 abc	12.53 abcd
165	62.75 a	58.59 a	13.24 a	3.42 bc	279 bcd	7.63 e
28	62.40 a	58.03 a	13.17 a	3.31 bc	351 a	13.23 ab
32	47.24 c	43.87 b	9.08 d	2.81 d	321 ab	13.02 abc
4	50.15 c	47.35 b	9.45 cd	3.22 bcd	322 ab	14.24 a
71	58.66 a	56.48 a	11.27 b	3.63 ab	227 d	9.80 de
81	57.31 ab	55.55 a	11.66 b	3.38 bc	276 bcd	12.59 abcd
96	51.07 c	47.84 b	9.38 cd	3.4 bc	302 abc	11.03 bcd
BV	59.06 a	55.71 a	11.9 ab	3.15 bcd	320 ab	13.49 ab
CM	325.48**	305.66 **	24.31**	1.08**	16737.97 **	45.36 **
CV	11.55	11.54	14.47	15.8	26.59	26.56
Media	56.27	52.84	11.13	3.33	292	11.69

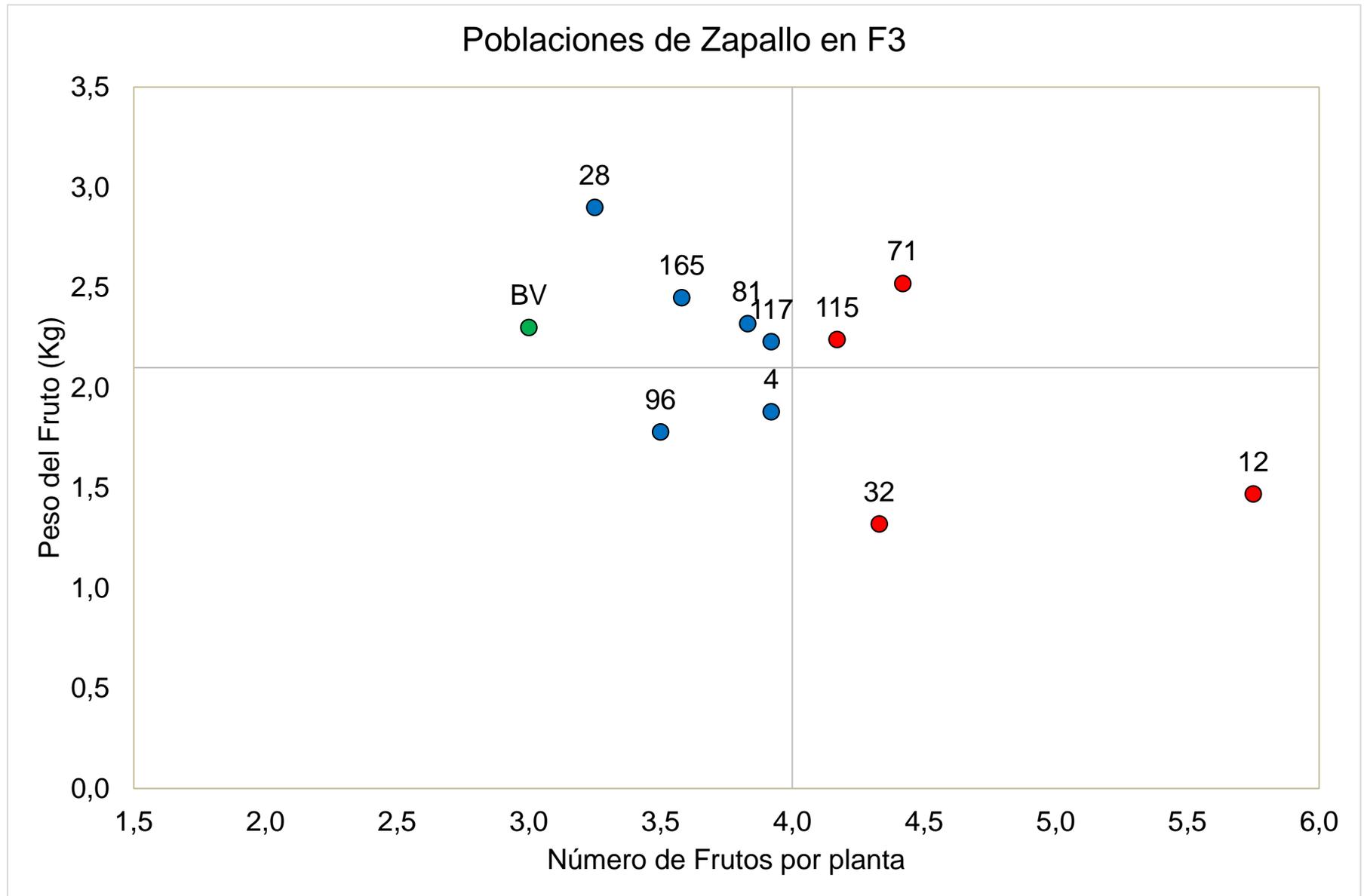
** Significativo al 1%, *Significativo al 5%, ns no significativo.

La tabla 6 nos muestra que hay diferencias significativas según los resultados presentados por el análisis de varianza para las variables evaluadas en la tabla 8, en el cual destacamos que la variabilidad se redujo al compararlo con el ciclo anterior. El coeficiente variación fluctuó entre 11.55% (CE), 11.54% (CP), 14.47% (DC), 15.8% (GP), 26.59% (NSE) y 25.56% (P100) se acercan a los datos presentados por Zambrano (2010) que obtuvo un coeficiente de variación de 12.78%(GP) y 14.05% (DCI).

La población 115 se destaca por ser parte de los mejores promedios para las variables circunferencia ecuatorial (59.25cm), circunferencia polar (54.87cm), grosor de pulpa (3.9cm) y para el resto de las variables estuvo entre los promedios intermedios, esta población presenta un factor importante que es el grosor de pulpa por es la parte aprovechable de zapallo tanto en cocina como en industria (tabla 6).

La población 12 presento buenas cualidades, porque se encuentra en los promedios intermedios, en todas las variables evaluadas en este ciclo se destaca por cumplir con los objetivos.

Figura 9. Gráfico de relación entre las variables número de frutos y peso del fruto en F3.



El criterio de selección para este ciclo fue que las poblaciones superaran la media general para la variable número de frutos por planta y un peso promedio de 1 a 3 kg (figura 8). Las poblaciones seleccionadas fueron 71, 12, 32 y 115 en las cuales destacan también el grosor de pulpa. La reducción de diámetro de la cavidad interna para el fitomejorador es un factor importante porque se aporta un fruto que se utilizara por completo que no lleva cámara de aire (figura 9).

Figura 10. Poblaciones seleccionadas en F3.



5.3. Comparación entre ciclos de selección y parentales

El análisis de contrastes nos muestra los resultados que hay diferencias significativas en comparaciones entre las generaciones y sus parentales para las variables evaluadas, esto se debe al carácter genético que por medio de la autofecundación se produce el efecto de endogamia que lleva a la homocigosis de la planta (Vallejo y Estrada, 2002) (tabla 7).

Tabla 7. Cuadrados medios para las diferentes comparaciones entre las generaciones.

Variables	F1 vs F2	F1 vs F3	F2 vs F3	PS vs (F1, F2, F3)
NFP	46.81**	74.81**	8.00*	0.04 ^{ns}
PF	15.58**	63.21**	24.42**	3.45*
RD	2680.57**	5077.63**	778.08**	129.75*
DFE			18.55*	
DFP			106.04*	
CE			646.23**	
CP			1493.50**	
DC			1496.04 ^{ns}	
GP	1.30*	3.82**	1.09*	0.13 ^{ns}
NSE			455046.04**	
P100			7.22 ^{ns}	

** Significativo al 1%, *Significativo al 5%, **ns** no significativo.

En variables que van acorde rendimiento por planta presentan una alta variabilidad en todos los contrastes. Al ver el contraste de las parentales versus las generaciones en las variables peso por fruto, rendimiento por planta, hay diferencias significativas en cambio variables número de frutos por planta, grosor de pulpa no presenta diferencias estadísticas al comparar los parentales con las todas las generaciones (tabla 7).

El análisis de varianza para las generaciones obtenidas y sus parentales hay diferencias significativas esto se debe a la presencia de vigor híbrido en la f1, en el caso de la f2 en adelante se presentan todos los genes tanto dominantes y recesivos, también afecta la presión por selección a lo largo de los ciclos de evaluación (tabla 8).

Tabla 8. Cuadrados medios para las generaciones F1, F2, F3 y sus parentales.

Variables	F1		F2		F3		BV		LG		CM	CV	Media
NFP	6.3	a	4.72	b	4.01	bc	3.00	c	6.89	a	103.36**	27.42	4.97
PF	4.16	a	3.25	b	2.11	c	2.30	bc	2.5	bc	67.21 **	26.53	3.15
RD	26.57	a	14.61	b	8.17	c	6.37	c	16.97	b	5565.85**	35.00	15.88
DFM			35.20	a	35.93	a	34.5	a	42.22	b	145.89**	5.02	35.67
DFP			34.90	a	36.63	b	36.00	ab	48.33	c	528.85 **	7.48	36.01
CE			61.86	a	55.99	b	59.05	ab			647.29**	13.30	59.64
CP			61.48	a	52.56	b	55.70	ab			1510.62**	12.34	58.05
DC			12.40	a	11.03	ab	11.90	ab	9.80	b	51.80**	16.75	11.85
GP	3.85	a	3.59	ab	3.35	ab	3.15	b	3.73	a	4.46**	12.41	3.59
NSE			445	a	289	b	320	b			467956.15 **	20.15	384
P100			12.17	a	11.55	a	13.50	a			14.18 ^{ns}	21.68	12.00

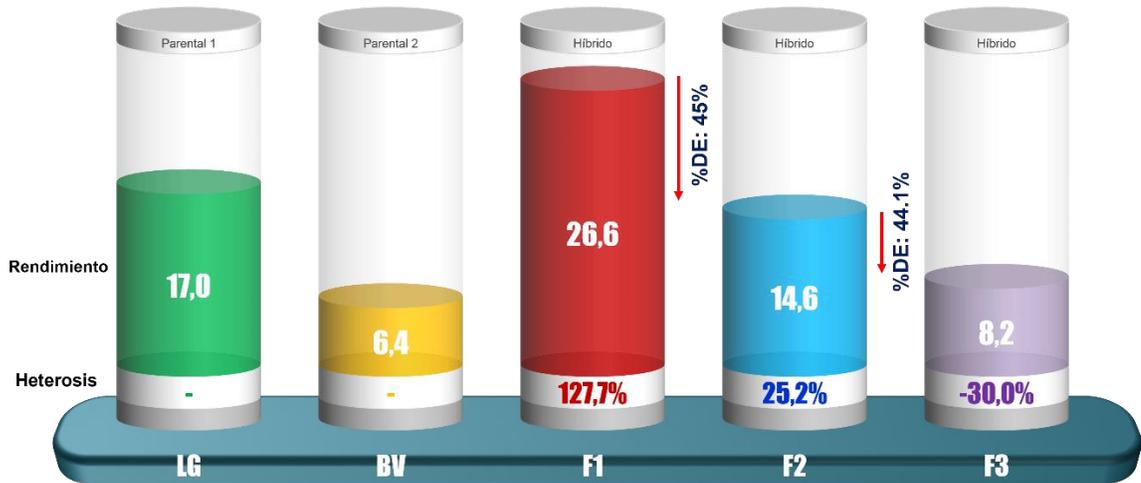
** Significativo al 1%, *Significativo al 5%, **ns** no significativo.

La tabla 8 revela que la generación F1 se destaca para las variables, por el peso de fruto (4.16 kg), atribuido a la buena cantidad de frutos (6.3), que influye directamente en el rendimiento por planta (26.57 kg), sumamos el grosor de pulpa (3.85 cm). La generación F3 tuvo los promedios más bajos en la mayoría de las variables, pero no se diferenciaron estadísticamente del parental UNAPAL-Bolo Verde, cabe destacar que el objetivo planteado por el fitomejorador a lo largo del estudio es obtener un fruto adecuado para el consumo de una familia.

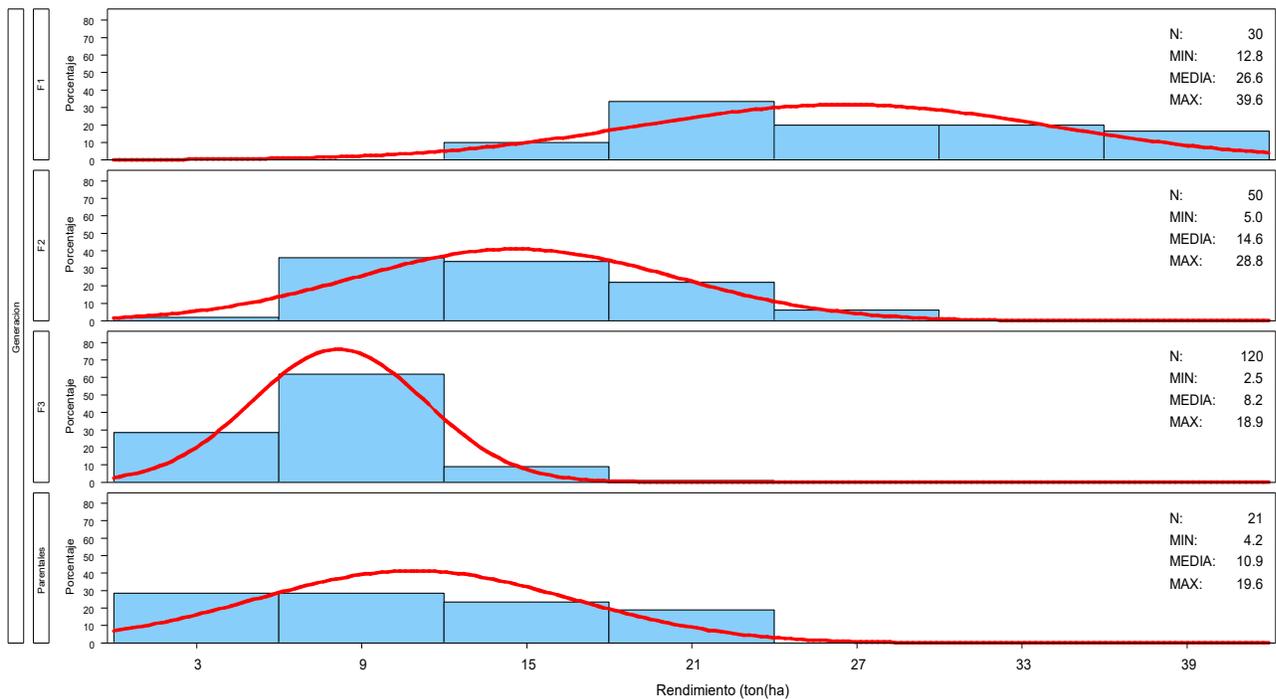
5.4. Heterosis y endogamia.

5.4.1. Variable rendimiento por planta

Figura 11. Gráfico de la variable rendimiento por planta para las generaciones.



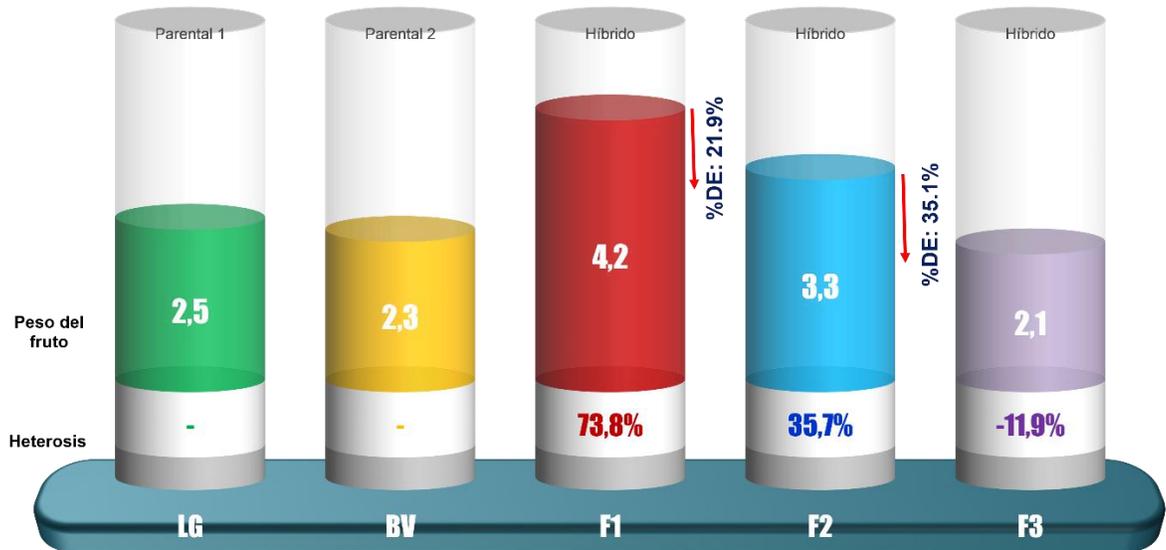
La figura 11 muestra los resultados de heterosis y endogamia para la variable rendimiento por planta a lo largo de la toda la evaluación. El híbrido F1 presentó una alta heterosis (127.7%) en relación con sus parentales por lo cual es una vía producir híbridos por la gran ganancia genética que se tiene, también se observa que en F2 existe un 25.2% de heterosis, en cambio para F3 se reduce un 30% en respecto a sus parentales por lo que no es rentable producir F3. Con respecto a la endogamia se observa que al pasar de la generación F1 a F2 se reduce 45% el rendimiento y de F2 a F3 se reduce el rendimiento en un 44 1% esto se debe a la presión de selección y a la autofecundación.

Figura 12. Histograma de la variable rendimiento por planta para cada generación.

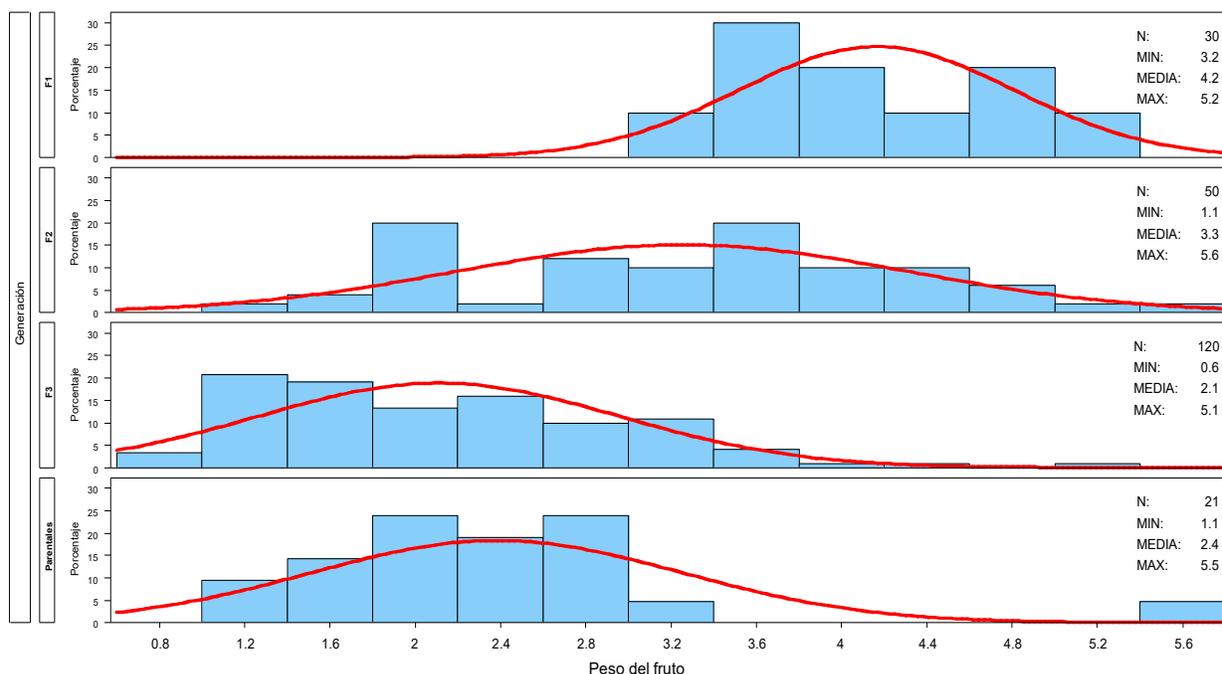
El histograma revela la comparación de cada generación y los parentales. Que por medio de la campana de Gauss se observa el comportamiento de las poblaciones en cada generación, se destaca la F1 por sus mejores rendimientos, pero hay gran variabilidad entre las poblaciones. y que en proceso de ir autofecundando las poblaciones en cada ciclo se va reduciendo el rendimiento y también se van homogenizando las poblaciones lo que es notorio en la F3 debido a que la campana de Gauss muestra que los datos están muy cerca a la media.

5.4.2. Variable peso del fruto

Figura 13. Gráfico de la variable peso por fruto para cada generación.



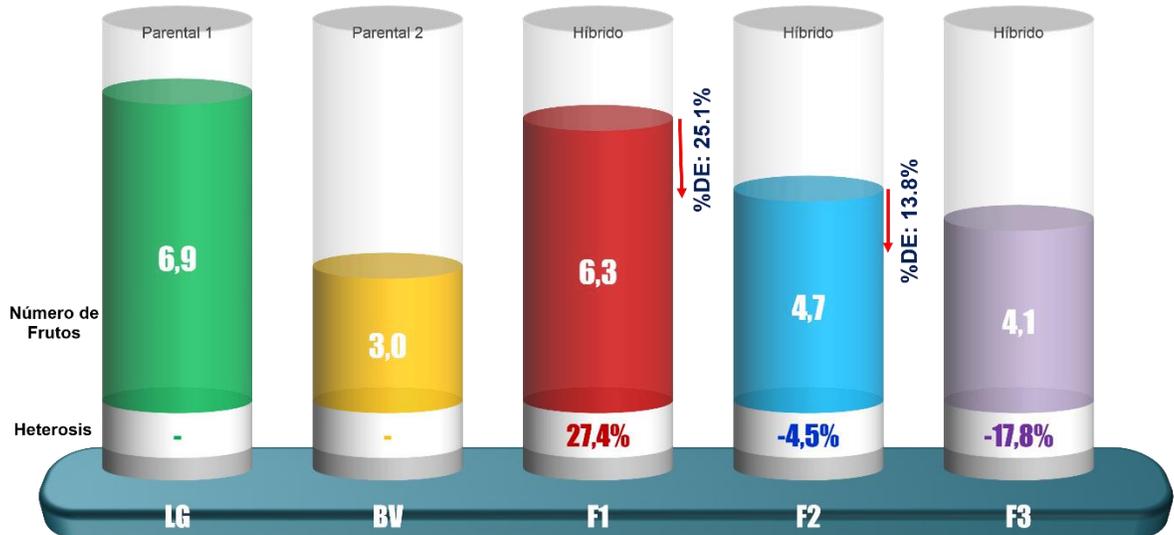
La figura 13 revela lo importante que es producir híbridos F1 para la variable peso de fruto porque se logra un 73.8% en el peso de cada fruto, al ver el híbrido en F2 todavía presenta una buena heterosis ya que supera en un 35.7% a sus parentales, en cambio la generación F3 se pierde un 11.9% .Al comprar el peso de la generación F1 con la F2 se muestra un porcentaje de endogamia de 21.9%, y al comparar la F2 en relación a la F3 observamos un porcentaje de endogamia de 35.1%. el peso del fruto se ve afectado relativamente por el efecto de selección que se planteó al seleccionar frutos con un promedio adecuado.

Figura 14. Histograma de la variable peso de fruto para las tres generaciones.

En el histograma se observa que el híbrido F1 tiene el peso por fruto mayor en relación con cada generación y sus parentales, la campana de Gauss muestra que hay variabilidad, ya que dentro de cada generación existe gran diversidad de pesos a pesar de que la selección de frutos fue de acuerdo a un peso en particular. Cabe destacar que la generación F2 fue la que presentó la mayor variabilidad en peso esto se debe a la presencia de todos los genes involucrados en el cruzamiento.

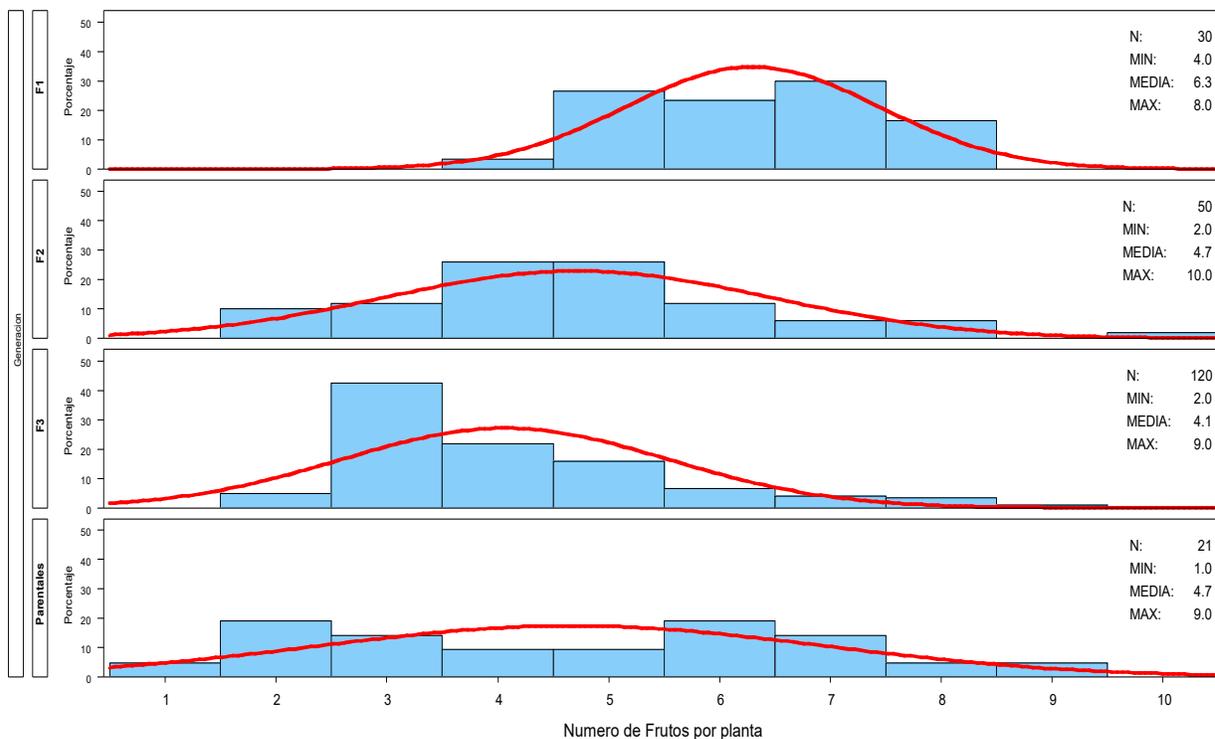
5.4.3. Variable número de frutos

Figura 15. Gráfico de la variable número de frutos por planta para cada generación.



En la figura 15 se observa que el parental UNAPAL-Llano Grande tiene los mejores promedios para número de frutos, pero al promediar ambos parentales la generación F1 los supera en un 27.4% de heterosis. Para esta variable desde la F2 ya no es rentable seguir evaluando, porque se ve reducido el número de frutos en un 4.5% en comparación a sus parentales. Al llegar a la F3 perdemos un 17.8% de número de frutos. En cuanto a la endogamia nos revela que hay pérdida de acuerdo con la autofecundación y presión de selección esto se observa porque cuando se compara la generación F1 versus la F2 se reduce un 25.1% el número de frutos, en cambio al pasar de F2 a F3 hay una pérdida del 13.8% en el número de frutos por planta.

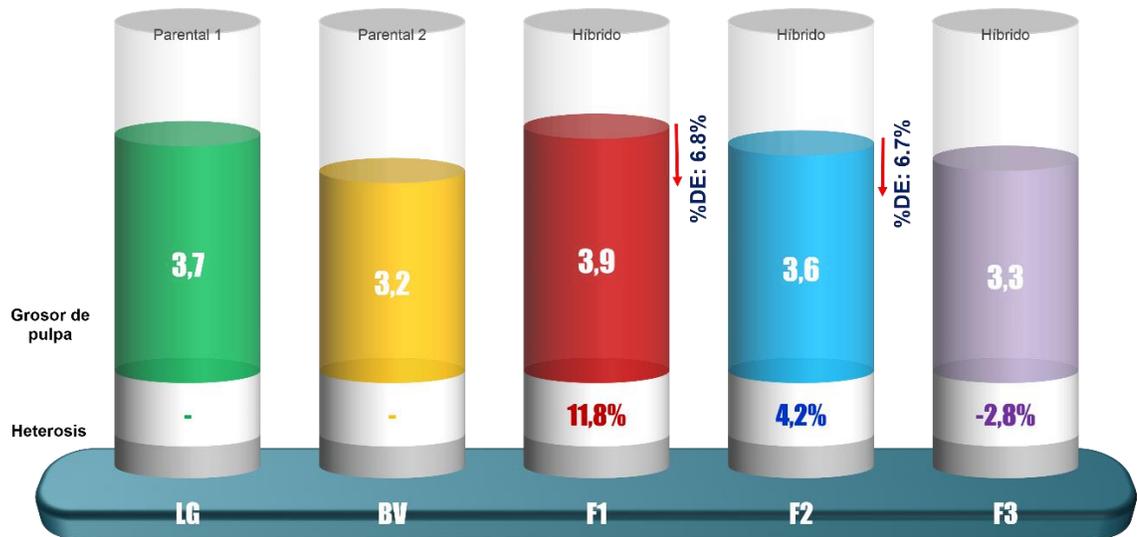
Figura 16. Histograma de la variable número de frutos por planta para cada generación.



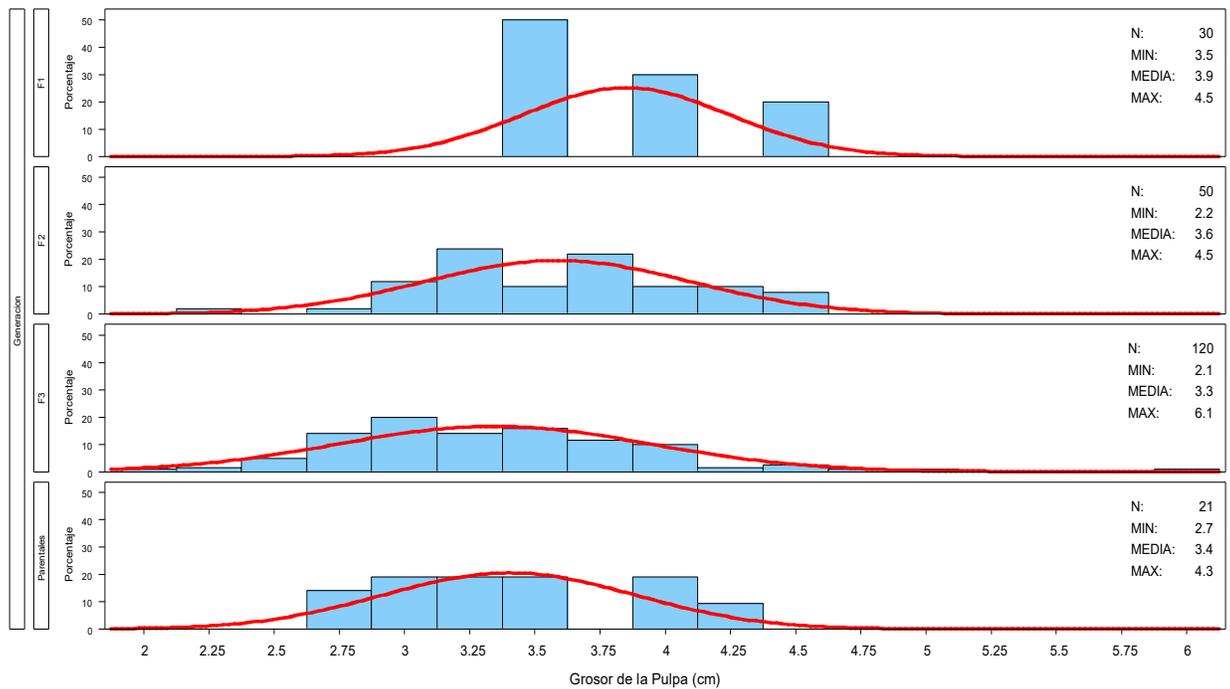
La figura 16 nos muestra que en la generación F1 hay menos variabilidad en comparación al resto para la variable número de frutos por planta, debido a que la mayoría de las poblaciones tienen promedios relacionados entre sí. Las generaciones F2 y F3 presentan una variabilidad idéntica al tener el mismo rango de número de frutos por planta, al ver la representación de los datos que nos revela la campana de Gauss de los parentales hay una gran variabilidad en el número de frutos esto se debe a que una variedad tiene mayor número de frutos con un peso bajo contrario la otra variedad.

5.4.4. Variable grosor de pulpa

Figura 17. Gráfico de la variable grosor de pulpa de cada generación.



En la Figura 17 se observa heterosis en las generaciones F1 (11.8%) y F2 (4.2%), sin embargo, a lo largo de la autofecundación se va reduciendo y al llegar a F3 se pierde un 2.8% de ganancia genética de cruzamiento realizado. El efecto de endogamia está presente al comparar el grosor de pulpa de la generación F1 con la generación F2 con un porcentaje de 6.8%. Este porcentaje tiene una pequeña reducción al pasar de una población de F2 a F3 de 6.7%.

Figura 18. Histograma de la variable grosor de pulpa para cada generación.

La figura 18 claramente nos muestra una ganancia de la generación F1 en comparación al resto, también cabe destacar que esta generación presenta datos más estables porque está en un rango de 1 cm de grosor de pulpa, en cambio las demás generaciones presentan rangos más grandes, tal es el caso de generación F3 que el rango donde se encuentran los datos es de 4 cm de grosor de pulpa por lo cual hay una gran variabilidad en las poblaciones evaluadas.

6. Conclusiones

Con respecto al estudio conocimos el desempeño agronómico y el gran valor genético que tienen las poblaciones que nos servirán para nuevos ensayos que a través del fitomejoramiento podemos contrarrestar o ayudar a la seguridad alimentaria en el futuro al obtener una variedad.

Se seleccionaron poblaciones elites de zapallo con características muy importantes en cuanto al peso del fruto, número de frutos por planta, rendimiento por planta, grosor de pulpa, número de semillas por fruto y se redujo el diámetro de la cavidad interna, circunferencia polar y circunferencia polar.

7. Recomendaciones

Recomendamos volver hacer de nuevo el cruzamiento entre la variedad UNAPAL-Bolo Verde y la variedad UNAPAL-Llano Grande con la implementación de evaluar la cantidad de materia seca en híbridos F1.

Recomendamos producir híbridos F1 para esta especie, por la ganancia del vigor con relación a sus parentales.

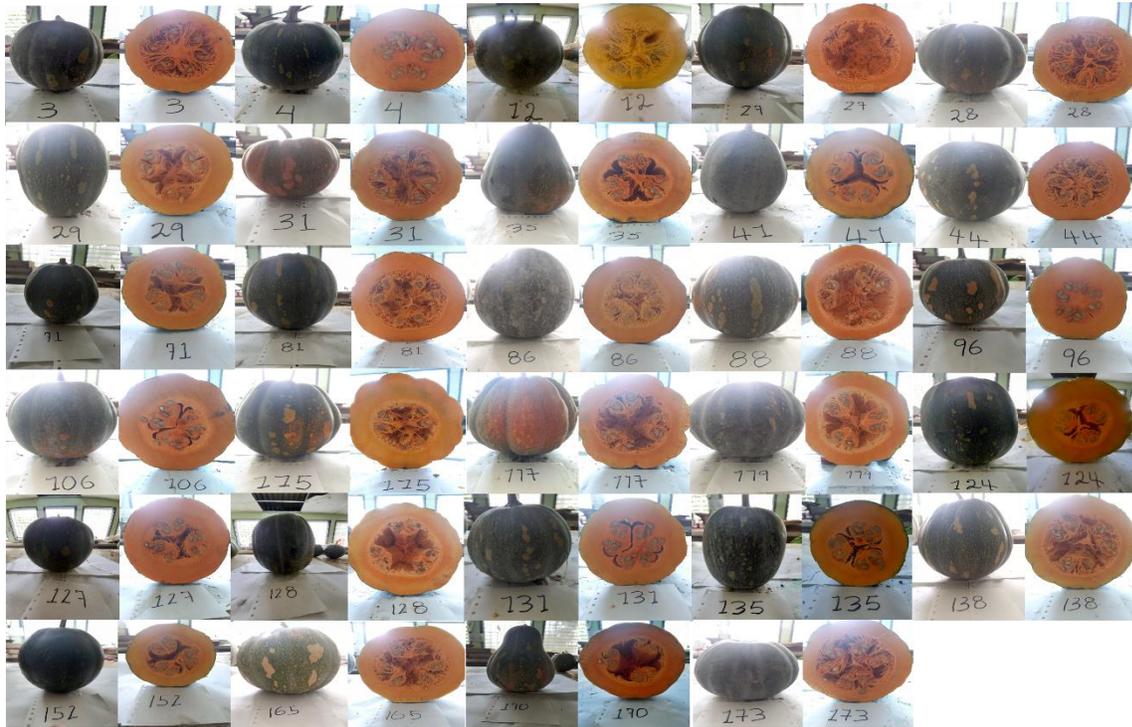
10. Referencia

- Agbagwa Ikechukwu O; Ndukwu Benjamin C; Mensah Stephen I. 2007. Floral Biology, Breeding System, and Pollination Ecology of Cucurbita moschata (Duch. ex Lam) Poir. Varieties (Cucurbitaceae) from Parts of the Niger Delta, Nigeria. Turk J Bot 31 451-458.
- Caicedo, L. A. 1993. Horticultura. 6 ed. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 539 p. (manuscrito).
- Cruz, C.D Y Regazzi, AJ. 2001. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Segunda edición. Universidade Federal de Viçosa 390p.
- De Gracia, N; Guerra, J; Cajar, A. 2003. Guía para el Manejo Integrado del Cultivo de Zapallo. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá :1-34.
- Estrada, E. 2003. Mejoramiento genetico y produccion de semillas de hortalizas para colombia. Palmira, Colombia, s.e. 257 p
- Estrada, I; Garcia, A; Gutierrez, A; Cardozo, I; Sanches, S; Vallejo, F. 2004. Cultivo De Zapallo variedad UNAPAL Bolo Verde y UNAPAL Mandarino. 2 ed. Palmira, Colombia, s.e. 19 p.
- Estrada, I; Vallejo, F; Garcia, D; Ortiz, S; Blanco, G. 2010. condiciones del valle geográfico del río Cauca, Colombia. Acta Agronómica. 59 (2):135-143.
- Gaspara, P Della. 2013. Manual del Cultivo del Zapallo Anquito. San Juan Argentina, s.e. 175 p.
- Guillermo; Fornaris, R. (2012). Conjunto Tecnológico para la Producción de Calabaza. Puerto Rico, s.e
- Lira S, Rafael. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeografía de las Cucurbitaceas latinoamericanas de importancia. Economía. Instituto de Biología. UNAM, México e IPGRI. 281 p.
- Lira, S; Montes, H. 2009. la agricultura en mesoamerica (en línea, sitio web). Disponible en http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prod alim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap2_3.htm.
- Loy, J. B. 2004. Morphophysiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (Cucurbita spp.). Crit Rev Plant a Sci. 23:337 – 363
- Mallana, Magela. 2018. ¿Cuáles son los beneficios del zapallo para la salud?. Obtenido de: <https://www.suat.com.uy/novedad/931-cuales-son-los-beneficios-del-zapallo-paralasalud/#:~:text=Debido%20a%20su%20contenido%20en,para%20platos%20salados%20como%20dulces>.
- Mera, L; Bye, R; Villanueva, C; Mera, L. 2011. LAS ESPECIES CULTIVADAS DE cucurbita L. (en línea). Documento de Diagnóstico de las especies cultivadas de Cucurbita L 1. Disponible en www.ibiologia.unam.mx.

- Montes, C. 2003. colección, caracterización morfológica y evaluación agronómica de germoplasma colombiano de zapallo (cucurbita moschata). Palmira, Colombia, Universidad Nacional de Agricultura. 84 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación FAO 2022. Estadísticas FAOSTAT en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Ortiz, G. S. 2009. Estudios genéticos en caracteres relacionados con el rendimiento y calidad del fruto de zapallo Cucurbita moschata Duch. para fines agroindustriales. Ph.D. Tesis en Ciencias Agropecuarias con énfasis en Mejoramiento de Plantas. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. p. 206.
- Philippe JM. 1991. La Pollinisation par les Abeilles. Aix-en-Provence: Edisud
- Robinson, R. W. y Decker, W. 1997. Cucurbits. CAB International, Wallingford, Inglaterra. 226 p.
- Tobar Tosse, Dora Enith. 2009. Evaluación de familias de zapallo (Cucurbita moschata Duch.) seleccionadas por mayor contenido de materia seca en el fruto y otras características agronómicas. P 12.
- Vallejo, F.A Y Estrada, E.I. 2002. Mejoramiento genético de plantas. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 402 p
- Vallejo, F. A y Estrada, E.I. 2004. Producción de Hortalizas de Clima Cálido. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. p 191-235.
- Vasquez Gamboa, Giomara (2014). Caracterización y evaluación morfoagronómica de 28 introducciones centroamericanas de zapallo *cucúrbita moschata* (duchesne ex poiret). p 61.
- Zambrano Blanco, Eleonora, 2010. Mejoramiento genético de zapallo *Cucúrbita moschata*: Obtención de un nuevo cultivar con fines de consumo en fresco adaptado a las condiciones del valle del cauca. p 75.

8. Anexos

Anexo 1. Poblaciones evaluadas en F2



Anexo 2. Poblaciones evaluadas en F3



Anexo 3. Prueba de medias de Duncan al 5% de significancia para las variables días a floración estaminada (DFE) y días a floración pistilada (DFP)

DFE			DFP		
Población	Promedio		Población	Promedio	
41	31	a b	127	29	a
106	34	b	31	29	a
96	34	b	44	29	a
88	34	b	81	31	a
81	34	b	119	31	a
117	34	b	12	31	a
172	34	b	172	34	b
170	34	b	88	34	b
127	34	b	135	34	b
124	34	b	96	34	b
119	34	b	124	34	b
71	34	b	165	34	b
31	34	b	117	34	b
12	34	b	86	34	b
28	34	b	32	34	b
32	34	b	28	34	b
35	34	b	3	34	b
44	34	b	41	34	b
135	38	c	152	37	b
138	38	c	128	38	c
152	38	c	170	38	c
3	38	c	4	38	c
4	38	c	35	38	c
165	38	c	106	38	c
29	38	c	29	38	c
115	38	c	71	38	c
86	38	c	138	38	c
131	38	c	131	41	d
128	38	c	27	41	d
27	38	c	115	41	d

Anexo 4. Prueba de medias de Duncan al 5% de significancia para las variables Rendimiento por planta (RD), peso del fruto (PF) y número de frutos por planta (NF).

RD			PF			NF		
Población	Promedio		Población	Promedio		Población	Promedio	
165	19.44	a	106	6.44	a	12	5.4	a
106	18.03	a b	27	4.74	b	165	5.4	a
96	17.71	a b C	3	3.98	c	170	5.4	a
28	17.57	a b C d	81	3.84	c d	117	5	a b
27	16.13	a b C d e	152	3.66	c d e	96	5	a b
81	16.12	a b C d e	28	3.65	c d e	32	5	a b
117	14.39	a b C d e f	165	3.58	c d e f	28	4.8	a b c
32	13.78	a b C d e f	96	3.54	c d e f	44	4.6	a b c
12	13.44	a b C d e f	138	3.47	c d e f	71	4.4	a b c d
170	12.94	b C d e f	127	3.41	c d e f g	41	4.4	a b c d
29	12.79	b C d e f	35	3.35	c d e f g h	119	4.4	a b c d
35	12.73	b c d e f	4	3.34	c d e f g h	115	4.4	a b c d
128	12.50	b c d e f	124	3.34	c d e f g h	81	4.2	a b c d
119	12.49	b c d e f	128	3.29	c d e f g h l	131	4	a b c d
44	12.37	b c d e f	86	3.22	c d e f g h l	29	4	a b c d
127	12.30	b c d e f	29	3.20	c d e f g h l	31	4	a b c d
4	12.03	b c d e f	88	3.02	d e f g h l j	135	4	a b c d
3	11.95	b c d e f	117	2.88	e f g h l j	35	4	a b c d
138	11.80	b c d e f	119	2.84	e f g h l j	128	3.8	a b c d
124	11.36	c d e f	173	2.83	e f g h l j	127	3.6	a b c d
31	11.30	c d e f	31	2.82	e f g h l j	4	3.6	a b c d
71	11.16	c d e f	131	2.79	e f g h l j	86	2.4	a b c d
131	11.15	c d e f	32	2.75	e f g h l j	27	2.4	a b c d
86	10.95	d e f	44	2.71	f g h l j k	138	2.4	a b c d
115	10.52	e f	71	2.54	g h l j k	173	2.4	a b c d
88	9.69	e f	12	2.49	h l j k	88	3.2	b c d
173	9.64	e f	115	2.39	l j k	3	3	b c d
152	8.80	f	170	2.38	l j k	106	2.8	c d
135	8.70	f	135	2.17	j k	124	2.8	c d
41	8.26	f	41	1.88	k	152	2.4	d

Anexo 5. Prueba de medias de Duncan al 5% de significancia para las variables circunferencia ecuatorial (CE), circunferencia polar (CP) y forma del fruto (FF).

CE			CP			FF		
Población	Promedio		Población	Promedio		Población	Promedio	
106	76.58	A	106	80.09	a	128	1.058	a
152	68.53	b	27	72.66	b	131	1.054	a b
27	68.05	b c	82	68.76	b c	165	1.053	a b
96	65.85	b c d	152	66.39	c d	96	1.052	a b c
127	65.69	b c d	3	65.00	c d e	119	1.048	a b c d
128	65.39	b c d e	127	64.81	c d e f	32	1.045	a b c d
165	65.37	b c d e	28	64.13	c d e f	31	1.044	a b c d
3	64.85	b c d e f	35	63.93	c d e f g	86	1.039	a b c d e
86	64.25	b c d e f	124	63.60	c d e f g	152	1.034	a b c d e
4	63.61	b c d e f	4	62.93	c d e f g h	29	1.030	a b c d e
138	63.56	b c d e f	96	62.86	c d e f g h	117	1.022	a b c d e f
35	63.34	b c d e f g	138	62.68	c d e f g h	127	1.018	a b c d e f g
28	62.60	b c d e f g h	165	62.09	c d e f g h i	138	1.017	a b c d e f g
32	61.69	b c d e f g h i	86	61.93	c d e f g h i	41	1.012	a b c d e f g
81	61.66	b c d e f g h i	128	61.83	c d e f g h i	4	1.011	a b c d e f g h
124	61.24	c d e f g h i	44	60.23	d e f g h i j	3	1.009	a b c d e f g h
29	60.56	d e f g h i j	173	59.44	d e f g h i j	71	1.008	a b c d e f g h
117	59.48	d e f g h i j k	32	59.20	e f g h i j	88	1.000	a b c d e f g h
131	59.43	d e f g h i j k	29	58.85	e f g h i j	35	0.988	b c d e f g h i
173	58.97	d e f g h i j k l	117	58.25	e f g h i j	115	0.986	c d e f g h i
31	58.83	d e f g h i j k l	88	57.80	f g h i j	173	0.985	c d e f g h i
119	58.30	e f g h i j k l	131	56.90	g h i j	28	0.982	d e f g h i j
88	57.77	f g h i j k l	31	56.55	h i j k	170	0.975	e f g h i j
44	56.30	g h i j k l m	12	56.42	h i j k	124	0.972	e f g h i j
71	56.07	h i j k l m	119	56.27	h i j k	135	0.961	f g h i j
115	54.61	i j k l m	71	55.58	i j k	106	0.958	f g h i j
12	53.85	j k l m	115	55.21	i j k	12	0.952	g h i j
170	53.29	k l m	135	54.75	j k	27	0.946	h i j
135	55.33	l m	170	54.69	j k	44	0.931	i j
41	50.3	m	41	49.93	k	81	0.919	j

Anexo 6. Prueba de medias de Duncan al 5% de significancia para las variables diámetro de la cavidad interna (DCI) y grosor de la pulpa (GP)

DCI			GP		
Población	Promedio		Población	Promedio	
106	15.21	a	106	4.38	a
165	14.27	a b	27	4.25	a b
152	14.17	a b	128	4.22	a b c
127	13.65	b c	3	4.16	a b c d
4	13.48	b c d	29	4.05	a b c d e
27	13.39	b c d	131	4.04	a b c d e
86	13.21	b c d e	96	3.98	a b c d e f
173	13.15	b c d e	4	3.92	a b c d e f g
128	12.94	b c d e F	124	3.89	b c d e f g
96	12.90	b c d e F	152	3.79	b c d e f g h
28	12.88	b c d e F	127	3.78	c d e f g h
35	12.66	b c d e F g	138	3.70	d e f g h i
138	12.59	b c d e F g	81	3.69	d e f g h i
32	12.58	b c d e F g	119	3.66	e f g h i
88	12.23	c d e F g h	117	3.61	e f g h i
3	12.20	c d e F g h	86	3.55	f g h i j
124	12.09	c d e F g h	71	3.46	g h i j k
117	11.92	d e F g h i	31	3.45	g h i j k
31	11.52	e F g h i j	28	3.43	h i j k
29	11.52	e F g h i j	32	3.40	h i j k
119	11.32	F g h i j	12	3.39	h i j k
81	11.31	F g h i j	135	3.32	h i j k l
131	11.30	F g h i j	35	3.31	h i j k l
44	11.24	F g h i j	165	3.28	i j k l
115	11.13	g h i j	170	3.26	i j k l
12	11.11	g h i j	88	3.11	j k l
71	10.53	h i j k	41	3.07	k l
170	10.30	i j k	44	3.03	k l
135	10.05	j k	115	2.92	l
41	9.41	k	173	2.88	l

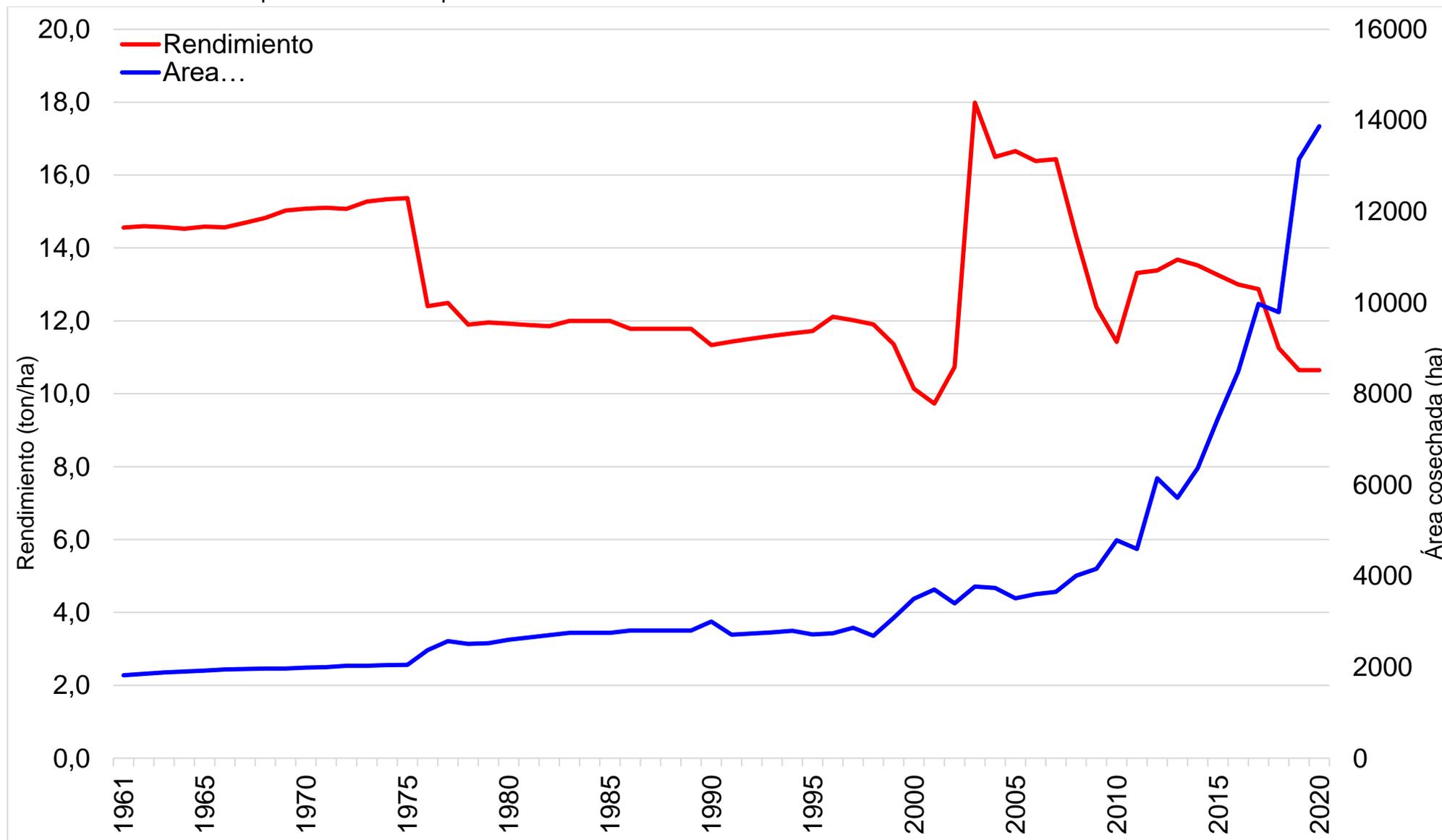
Anexo 7. Prueba de medias de Duncan al 5% de significancia para las variables número de semillas por fruto (NSF) y peso de 100 semillas (P100)

NSF			P100		
Población	Promedio		Población	Promedio	
106	591.29	a	44	16.26	a
4	549.65	a b	117	14.79	a b
152	479.80	b c	86	14.60	a b
138	479.41	b c	35	14.16	b c
124	477.49	b c	165	13.65	b c d
29	473.20	b c	27	13.56	b c d
27	469.59	b c	173	13.47	b c d
71	467.50	b c	152	13.45	b c d
3	467.27	b c	128	13.29	b c d
86	465.53	b c d	32	13.05	b c d
31	458.68	b c d e	135	12.99	b c d
173	452.18	b c d e	170	12.86	b c d
41	438.50	c d e	119	12.77	b c d e
32	438.48	c d e	88	12.56	b c d e
81	437.05	c d e	127	12.52	b c d e
119	435.36	c d e	3	12.37	c d e f
165	482.85	c d e	31	12.25	d e f
12	427.07	c d e	131	12.19	d e f
117	421.59	c d e	96	12.15	d e f
28	416.58	c d e	124	11.81	d e f
127	415.82	c d e	106	11.67	d e f
135	413.60	c d e	28	11.64	d e f
170	410.15	c d e	29	11.59	d e f
96	403.58	c d e	71	11.37	d e f
115	402.05	c d e	115	11.31	d e f
88	400.21	c d e	81	10.49	e f g
35	377.50	c d e	138	10.10	f g
131	371.75	d e	12	9.19	g
128	359.11	e	41	9.15	g
44	265.74	f	4	9.08	g

Anexo 9. Presupuesto del proyecto

N° IDENTIDAD	G017665			
EJECUTOR	ORLIN YANUARIO VILLEDA ARITA			
DIRECTORES	MARIO GARCIA Y ARMANDO ZAPATA			
CENTRO	UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA SEDE PALMIRA			
PROGRAMA	FITOMEJORAMIENTO			
FECHA INICIAL DEL PROYECTO	II SEMESTRE DEL 2021			
FECHA FINAL TENTATIVA DEL PROYECTO	I SEMESTRE DEL 2022			
DURACION DEL PROGRAMA (MESES)	24			
RUBRO				
DIRECCION Y ASESORIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MARIO AUGUSTO GARCIA	H	200	75,000.00	15,000,000.00
ARMANDO ZAPATA	H	200	75,000.00	15,000,000.00
OTROS				
SUB TOTAL A				30,000,000.00
GASTOS GENERALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
UTILIZACION DEL ESPACIO CEUNP			2,000,000.00	2,000,000.00
INSUMOS DE CAMPO			10,000,000.00	10,000,000.00
PAPELERIA			1,000,000.00	1,000,000.00
INPREVISTOS (0.5%)			650,000.00	650,000.00
SUB TOTAL B				13,650,000.00
GASTOS TESISTA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRANSPORTE	PSJ/DIA	360	8,000.00	2,880,000.00
CONSULTAS BIBLIOGRAFICAS			500,000.00	500,000.00
PAPELERIA, IMPRECIIONES, FOTOCOPIAS			500,000.00	500,000.00
INPREVISTOS (0.5%)			194,000.00	194,000.00
SUB TOTAL C				4,074,000.00
TOTAL (A+B+C)				47,724,000.00

Anexo 10: Grafico de la producción del zapallo en Colombia



Fuente: Tomado de los datos de la FAO (2022)