

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: AGRÍCOLA

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÍCOLA**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**LA POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN EL CULTIVO DE ZAPALLO
(*Cucurbita máxima*) Y SUS EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN
DE FRUTOS Y SEMILLAS**

AUTOR:

JOSÉ HERNÁN MUÑOZ ALBÁN

TUTOR:

ING. BYRON ZEVALLOS BRAVO *Ph.D*

CALCETA, NOVIEMBRE 2018

DERECHO DE AUTORÍA

JOSÉ HERNÁN MUÑOZ ALBÁN, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

José Hernán Muñoz Albán

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. BYRON ENRIQUE ZEVALLOS BRAVO, PhD certifica haber tutelado el proyecto de investigación titulado **LA POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN EL CULTIVO DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) Y SUS EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS**, que ha sido desarrollado por **JOSÉ HERNÁN MUÑOZ ALBÁN**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL**, de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ.

Ing. Byron Enrique Zevallos Bravo, *Ph.D*

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **LA POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN EL CULTIVO DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) Y SUS EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS**, que ha sido propuesto, desarrollo por **JOSÉ HERNÁN MUÑOZ ALBÁN**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ.

Ing. Sergio Vélez Zambrano, *Mg.Sc.*

Ing. Frowen Cedeño Sacón, *Mg.Sc.*

MIEMBRO

MIEMBRO

Ing. Gonzalo Constante Tubay, *Mg.Sc.*

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” por darme la oportunidad de formarme en una educación superior de calidad y con la cual he forjado mis conocimientos día a día en el ámbito profesional.

A la dirección de la carrera de Ingeniería Agrícola que tiene a su cargo el Ing. Leonardo Vera Macías.

Agradezco también a cada uno de los docentes que de una u otra forma han puesto de su parte durante toda mi vida universitaria.

A mis padres, por el apoyo económico y moral que me brindaron, porque sin el aliento de ellos no hubiese sido posible llegar a donde estoy ahora, ya culminando mis estudios universitarios.

Y finalmente, le agradezco a cada una de las personas que de una u otra manera pusieron un granito de arena para así poder avanzar y culminar con este trabajo que ha sido de vital importancia para culminar mis estudios.

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios, por haberme brindado lo más hermoso del universo que es la vida y por cada una de las pruebas que me ha puesto en la misma y por la voluntad de poder afrontarlas y nunca desmayar para poder seguir adelante.

De igual manera le dedico a mis padres, por haber sido el pilar más fundamental en esta etapa de mi vida y no haber perdido las esperanzas de que yo podría lograrlo, por el afecto de amor brindado que toda persona necesita para seguir adelante.

Para culminar quiero dedicarle este logro a cada uno de mis familiares y amigos que siempre están pendientes de cada paso que doy. En realidad, siento que no me alcanzaría la vida para retribuir tanto apoyo y afecto de parte de cada uno de ellos.

CONTENIDO GENERAL

Derecho de autoría.....	ii
Certificación de tutor	iii
Aprobación del tribunal.....	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Contenido general	vii
Contenido de cuadros y figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Palabras clave.....	ix
Abstract.....	x
Keywords.....	x
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Hipótesis	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Características generales del zapallo.....	4
2.2. Floración.....	8
2.3. Material vegetal.....	10
2.4. Antesis	10
2.5. Polinización.....	11
CAPÍTULO III DESARROLLO METODOLÓGICO	17
3.1. Ubicación.....	17
3.2. Duración del estudio	17

3.3. Factor en estudio	17
3.4. Tratamientos	17
3.5. Delineamiento experimental.....	18
3.6. Manejo de la investigación	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1. Evaluación de las variables respuestas.....	25
4.2. Análisis de correlación entre las variables tamaño de fruto y número de semillas.....	27
4.3. variables complementarias.....	28
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES.....	29
5.1. Conclusiones.....	29
5.2. Recomendaciones.....	29
BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXOS	35

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 3.1. Esquema del análisis de varianza.	18
Cuadro 3.2. Dosificaciones básicas para control de plagas.	23
Cuadro 4.1. Análisis estadístico de las variables número de frutos/planta, diámetro, longitud, peso	25
Cuadro 4.2. Análisis estadístico de las variables número de semillas, grosor/pulpa, grosor/cáscara.....	26
Cuadro 4.3. Valores máximos y mínimos de las variables longitud y número de semillas	27
Cuadro 4.4. Análisis de correlación de las variables longitud y número de semillas	27
Cuadro 4.5. Variables complementarias.	28

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el área de cultivos convencionales de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López en el periodo Agosto – Diciembre del 2017, en un área total de 2048 m² con el objetivo de optimizar la productividad del cultivo de zapallo (*Cucúrbita máxima*) a través de la polinización artificial, teniendo como factor en estudio los métodos de polinización: polinización artificial protegiendo el pistilo con fundas de papel, polinización artificial protegiendo el pistilo con ligadura de corola, polinización artificial con pistilo no protegido y polinización natural o testigo. Se utilizó un diseño unifactorial de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 repeticiones. Para el análisis estadístico, se determinó el coeficiente de variación a todas las variables y se expresó en porcentaje; además se utilizó la prueba de comprobación de medias de Tukey al 0,05% de probabilidad de error, presentando diferencias significativas en las variables, número de frutos por planta, grosor de cáscara y diámetro de frutos; lo que demuestra que si hubo influencia significativa de los tratamientos y que fue el T3 el que obtuvo los mejores resultados. Con respecto a las otras variables en estudio, estas no presentaron diferencias significativas entre el testigo y los demás tratamientos. Se concluye que el mejor método para la optimización productiva de este cultivo es el correspondiente a T3 (polinización artificial y pistilo no protegido) el mismo que presentó los mayores resultados en las variables mencionadas anteriormente, comparado con el testigo y los demás tratamientos.

PALABRAS CLAVE

Polinización artificial, Métodos de polinización, polinización manual.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the area of conventional crops at Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López in the period August - December of 2017, in a total area of 2048 m² with the objective of optimizing the productivity of the cultivation of pumpkin (*Maximum Cucurbit*) through artificial pollination, having pollination methods as a factor: artificial pollination protecting the pistil with paper covers, artificial pollination protecting the pistil with corolla ligature, artificial pollination with unprotected pistil and natural pollination or witness. A unifactorial completely randomized block design (DBCA) with 5 repetitions was used. For the statistical analysis, the coefficient of variation was determined for all variables and expressed as a percentage; in addition, Tukey's test of means was used at 0.05% error probability, showing significant differences in the variables, number of fruits per plant, thickness of rind and diameter of fruits; which shows that there was significant influence of the treatments and that it was T3 that obtained the best results. With respect to the other variables under study, these did not present significant differences between the control and the other treatments. It is concluded that the best method for the productive optimization of this crop is the one corresponding to T3 (artificial pollination and unprotected pistil), which presented the highest results in the variables mentioned above, compared with the control and other treatments.

KEYWORDS

Artificial pollination, pollination methods, manual pollination.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Un creciente número de polinizadores están amenazados de extinción a nivel mundial, debido a múltiples factores, lo que pone en riesgo los medios de existencia de millones de personas y cientos de miles de millones de dólares de producción agrícola (La Nación, 2016).

Expertos que evaluaron el retroceso de la biodiversidad por encargo de la Organización de las Naciones Unidas advirtieron de la creciente disminución de población de abejas, mariposas y aves, esenciales para la polinización de los cultivos. La disminución de los polinizadores se debe a las modificaciones en el uso del suelo, por las prácticas agrícolas intensivas sin desatender el paradigma mundial del cambio climático, los principales sospechosos de ser las causas mayores del declive de los polinizadores son la pérdida de hábitats naturales y el exceso de pesticidas (Infobae, 2016).

La FAO (2008) indica algo similar indicando que las prácticas intensas de agricultura disminuyen el número de polinizadores naturales, incrementando paradójicamente la necesidad de estos mismos. Los campos extensos incrementan la necesidad de polinización mientras un cultivo está floreciendo, sin embargo, disminuyen la capacidad de la población de insectos locales de polinizar adecuadamente. El Ecuador al ser un país fundamentalmente agrícola se ve afectado por el problema antes mencionado disminuyendo así el rendimiento de fruto y semillas en todos los frutos cultivados.

Una polinización insuficiente se traduce en escasa producción de fruta, asimismo, la fecundación cruzada, realizada por abejas que recorren grandes distancias, a menudo produce repercusiones susceptibles de medirse en la calidad del fruto; el contacto con los polinizadores también puede ser una forma de mantener la diversidad genética en los cultivos (FAO, 2005).

Según Sanmartín, (2014) el cultivo de zapallo es una opción interesante para la diversificación agrícola, considerada además como una gran oportunidad a los pequeños productores con menor experiencia en horticultura. La polinización de esta familia ocurre principalmente con ayuda de insectos, como las abejas o los abejorros.

El rendimiento de frutos y semillas en zapallo presenta una relación positiva con el número y peso de los frutos, a su vez el número de semillas por fruto depende en gran medida de la polinización. Las especies de *Cucúrbita* poseen flores con ovarios que contienen abundante cantidad de óvulos, esto determina que cuanto más eficiente es la polinización mayor es el número de semillas y menor la posibilidad de abortos. La competencia entre insectos entomófilos por el polen entre las flores es mayor en altas densidades de plantación que en bajas, pudiendo afectarse la cantidad y calidad de semillas si no se tiene en cuenta esta situación (Lima *et al.* 2003; Cardoso, 2005; Nacimiento *et al.*, 2011 citados por Poggi *et al.* 2013).

Con los antecedentes antes mencionados se plantea la siguiente interrogante:

¿Con la aplicación de la polinización artificial en el cultivo de zapallo (***Cucúrbita máxima***) se mejorará la producción de frutos y semillas de manera plausible?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Por la demanda de alimentos en el mundo se busca alternativas para incrementar la producción de los cultivos en muchos casos, la insuficiente fructificación se debe a que algunas flores están ocultas entre las hojas por el tamaño de ellas, situación que obstaculiza la llegada de los insectos polinizadores para que cumplan con su función.

El zapallo por ser un cultivo que se cruza con variedades de su misma familia es difícil mantener su pureza varietal lo que desestabiliza su índice productivo;

de ahí la necesidad de contar con un método de polinización adecuado para lograr la máxima producción y mejor calidad de este cultivo, es decir, buscar soluciones viables y rentables. Bajo estas premisas, las prácticas de polinización artificial o manual se hacen esenciales. Es necesario evaluar este tipo de alternativas tecnológicas que permitan a los productores de zapallo de la zona obtener producciones que respondan a mejorar la rentabilidad del cultivo.

El presente trabajo busca determinar el efecto de la polinización artificial sobre la producción de flores y semillas en el cultivo de zapallo y de acuerdo a los resultados determinar si es viable la ejecución de esta práctica.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Optimizar la productividad en el cultivo de zapallo (*Cucurbita máxima*) a través de la polinización artificial.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de cuatro métodos de polinización sobre el rendimiento y calidad de fruto en el cultivo de zapallo (*Cucurbita máxima*).
-
- Relacionar el número de semillas con el tamaño de fruto en el cultivo de zapallo (*Cucurbita máxima*).

1.4 HIPÓTESIS

Una adecuada polinización permitirá aumentar la producción de frutos y semillas en el cultivo de zapallo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ZAPALLO

2.1.1 ZAPALLO (*Cucurbita máxima*)

Smith, (1997), citado por Ruelas, *et al.*, (2015) indica que, la calabaza (*Cucurbita* spp.) junto con maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) fueron de los primeros cultivos domesticados por el hombre. El zapallo es conocido o denominado con los siguientes nombres ahuyama, auyama, uyama o (*Cucurbita máxima*). Su nombre común o vulgar es calabaza, o a su vez como calabacera. Es una planta anual, herbácea, vivaz, sus tallos son flexibles y trepadores, las hojas son pentalobuladas, de gran tamaño y nervaduras bien marcadas; presenta abundante pilosidad en hojas y tallo. El fruto es una baya grande, su cáscara es dura y su fruto permanece suave y carnoso (Pineda, 2012).

El zapallo es un cultivo americano de gran importancia alimenticia como fuente de vitaminas y carbohidratos. Pertenece a la familia de las Cucurbitáceas, género *Cucurbita*, del cual hay registro de 27 especies y todas originarias de zonas tropicales y subtropicales de América (Lang y Ermini, 2010).

Cáceres (1981), citado por Zambrano (2010), menciona que, pocos grupos vegetales como las *Cucurbitas* pueden considerarse tan importantes desde el punto de vista nutricional, medicinal y cultural. Las especies cultivadas de *Cucurbitas* han representado parte fundamental de la dieta y otros aspectos de la vida humana en el mundo. Los frutos inmaduros y maduros y las semillas, son de gran importancia porque han servido de alimento desde épocas remotas, figurando entre las plantas de cultivo más antiguas de América que ofrecieron al hombre primitivo un alimento abundante, de propagación fácil y rápida, que podía crecer óptimamente en sitios abiertos y ricos en desechos orgánicos (León, 1987; Lira, 1995, citados por Zambrano, 2010).

La especie *Cucurbita máxima* parece tener su origen en América, concretamente en zonas próximas a México, donde se han encontrado rastros y mucha información con una antigüedad superior a los 10000 años A.C. En Estados Unidos los restos más antiguos hallados datan del año 4000 A.C. Son muchos los que apuntan a que pudo ser domesticada a la vez en México y Estados Unidos, teniendo a *Cucurbita fraterna* y *Cucurbita texana* como antepasados silvestres, respectivamente (Sanmartín, 2014). Pineda (2012) menciona que, los registros más antiguos de cultivo de esta hortaliza en Ecuador se encuentran en la cultura Las Vegas, en la península de Santa Elena.

Estrada (2004), citado por Sanmartín (2014) señala que, se cultiva desde los 100 m hasta los 3000 metros sobre el nivel de mar (m.s.n.m). Es una de las especies más diversas del género. Su variación incluye razas o variedades locales y abundantes cultivares con hábitos rastreros y arbustivos con frutos y semillas muy variables en su forma, tamaño y coloración y diferentes niveles de resistencia a enfermedades virales. Se cultiva ampliamente en Latinoamérica y Estados Unidos; en México y Centroamérica está ausente.

León (2009), citado por Pineda (2012) manifiesta que, la pulpa es de color amarillo-anaranjado, densa, de textura firme y de sabor dulce. Su aroma es característico, particularmente llamativo por lo cual se lo utiliza culinariamente en gran medida en sus distintas preparaciones.

2.1.2 TAXONOMÍA

En cuanto a la taxonomía de esta hortaliza la FAO (2007), señala lo descrito a continuación:

- Reino: Vegetal
- Sub – reino: Fanerógamos
- División: Angiospermas
- Clase: Dicotiledónea

- Sub – clase: Metaclamidias
- Orden: Cucurbitales
- Familia: Cucurbitácea
- Género: Cucurbita
- Especie: *Cucurbita máxima*

2.1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Japón (2006) establece que, los tallos son largos y de forma variable, cilíndrica o angulosa; su superficie tiene pelos. Las hojas son anchas, ásperas y están cubiertas de pelillos. El limbo es redondeado; poseen un peciolo largo, hueco y también áspero alcanzando hasta 50 cm.

Sus flores son unisexuadas del tipo monoica y de color amarillo intenso., encontrándose, por tanto, en la misma planta flores masculinas y flores femeninas (Bascur, 2006). En cuanto al fruto Japón (2006) indica que es alargado u ovalado, acostillado y rugoso, con surcos más o menos profundos. La carne es dura, siendo su color blanco, amarillento o rosáceo, según la variedad.

Las flores masculinas son de pedicelo más delgado y largo que las femeninas, en las cuales se observa el ovario (futuro fruto) debajo del hipanto o copa. Los pétalos amarillos están con nudos (unidos entre sí, corola gamopétala), al igual que los sépalos verdes (cáliz gamosépalo), cada lóbulo de corola y cáliz es el sector distal de un pétalo o sépalo, los 5 pétalos se alternan con los 5 sépalos (Nepi, y Pacini, 1993).

Cada cultivar posee diferentes horarios de apertura y cierre. Se puede saber si la flor está abriéndose, totalmente desplegada o cerrándose por la curvatura de sus pétalos. Las masculinas se abren media hora antes que las femeninas. Las semillas suelen tener diversos tamaños y contornos, estando provistas de un reborde cartilaginoso engrosado. Generalmente son de color grisáceo y están

situadas en la cavidad central del fruto, el poder germinativo suele durar unos cinco años (Japón, 2006).

2.1.4 ECOFISIOLOGÍA

La semilla necesita poca agua en el suelo para germinar. El poder germinativo dura varios años. Cuanto más duro es el fruto, mayor el poder germinativo y más rápido la germinación. Se menciona una dormición de un mes para algunas semillas de zapallo. Es una planta de respuesta indiferente al fotoperíodo. La regulación del sexo es un fenómeno genético, pero con las condiciones ambientales y los reguladores de crecimiento se puede modificar la longitud y el orden de las fases florales (Manual de Horticultura de la UNL, 2011).

El manual antes mencionado señala que, al igual que en todas aquellas producciones que implican el desarrollo de un fruto, la etapa de la floración representa una etapa crucial en el ciclo del cultivo. En el caso específico de los zapallos en general se puede afirmar que la floración tiene una duración relativamente larga, pudiendo abarcar varias semanas. Como resultado de esta duración se producen una gran cantidad de flores femeninas, de las cuales una minoría se transformará finalmente en frutos. En este proceso la polinización es una etapa de vital importancia y es llevada a cabo por insectos. Es así que es recomendado el uso de colmenas para asegurar una adecuada polinización a razón de no menos de 10 colmenas por hectárea.

2.1.5 RENDIMIENTO

El rendimiento oscila entre 4000-5000 unidades por hectárea (ha), comercializándolos generalmente por unidad o por kilo (Amariles, 2008 citado por Castro, 2013).

2.1.6 ZONAS DE CULTIVO DEL ZAPALLO

El zapallo es un cultivo exigente en nutrientes, por lo que requiere suelos fértiles y terreno abonado para lograr buenos beneficios y calidad del producto. Se aplica materia orgánica (estiércol generalmente). Su siembra se hace en climas cálidos (Sanmartín, 2014).

El autor antes mencionado indica, la temperatura óptima para el cultivo del zapallo varía entre 20 a 27°C. El tipo de suelo adecuado es el arenoso arcilloso. Debe tener buen drenaje, ser rico en fósforo, potasio y calcio, con abundante materia orgánica, y un pH que oscile entre 6,5 y 7. Se cosecha cada seis meses. Para efectuar la siembra el suelo debe estar húmedo, lo que facilita la germinación de las semillas.

A diferencia del sambo (*C. ficifolia*) o del zuchini (*C. pepo*), los frutos de las especies como la *C. moschata* y *C. máxima*, así como sus variedades, no se encuentran en una categorización diferenciada entre los bancos de datos del MAGAP. Sin embargo, se sabe que la especie más comercializada en el país pertenece a la especie *Cucurbita moschata* y que su bastión de cultivo se halla en la provincia de Manabí (MAGAP, 2012).

2.2 FLORACIÓN

La floración es el proceso por el cual las plantas florecen y mantienen abiertas sus flores para que se lleve a cabo la polinización, proceso necesario para producir semillas y, por lo tanto, continuar con la especie (Blázquez, *et al.*, 2011).

El mismo autor señala que, cuando un meristemo vegetativo (agrupación de células no diferenciadas que se dividen activamente y originan hojas y ramificaciones) recibe una determinada señal, su programa de desarrollo se ve alterado y se convierte en un meristemo reproductivo que da lugar a flores.

Las plantas han adaptado una complicada red de señalización molecular que les sirve para percibir las condiciones ambientales (sobre todo, luz y temperatura) y decidir el mejor momento del año para florecer. Se presentan los últimos conocimientos sobre el modo en que las plantas memorizan el paso del invierno, identifican la estación según la longitud del día e integran señales internas para producir el florígeno. Esta sustancia se genera en las hojas y se desplaza por los haces vasculares hasta los ápices, donde desencadena la formación de las flores. La plasticidad de la floración se refleja, a nivel molecular, en la integración de los cambios ambientales (Blázquez, *et al.*, 2011).

Coca, *et al.*, (2011) quien señala que, el éxito en la reproducción sexual de las plantas con flores se refleja en la cantidad y la calidad de la descendencia producida, dicho autor reporta que, la participación de los agentes polinizadores naturales incrementa las características del fruto debido a la probabilidad de obtener mayor número de óvulos fecundados.

2.2.1 FLORACIÓN EN EL ZAPALLO

La floración ocurre bajo las diversas condiciones climáticas que permita el crecimiento vegetativo; sin embargo, temperaturas superiores a 30°C y días con duración mayor a 10 horas luz, la favorecen. Aproximadamente, se inicia a los 40 días. Del inicio de la floración a la formación del fruto transcurren de 40 a 45 días; esta puede considerarse como etapa de formación o llenado de la fruta (IDIAP, 2003).

Existen diferentes patrones de floración que influyen en la productividad. Se han observado cuatro aspectos diferenciales entre cultivares: 1) el tiempo de aparición de las primeras flores estaminadas y pistiladas: generalmente en las plantas arbustivas aparecen primero las flores femeninas, 2) relación de flores pistiladas producidas sobre el establecimiento de frutos en la planta: algunas plantas soportan mayor cantidad de frutos que otras; 3) relación de flores estaminadas y pistiladas durante el período de cuajado del fruto: a veces no hay suficientes flores masculinas que

favorezcan la polinización; y 4) la incidencia de los efectos ambientales sobre la iniciación de la floración y el establecimiento de los frutos: la temperatura y la longitud del día influyen notablemente en la emisión, viabilidad y tipo de flores. (Whitaker y Davis, 1962; Loy, 2004, citados por Gáspera y Rodríguez, 2013).

En lo referente al ciclo vegetativo Vásquez (1991) señala que, el ciclo del cultivo de zapallo tiene una duración aproximada de 85-90 días desde la siembra hasta la cosecha. Por otro lado Lang y Ermini (2010) reportan un ciclo vegetativo de 120 días. En cuanto al período de cosecha, Bascur (2006) indica que, este es variable y está definido por las condiciones climáticas y por las variaciones que experimenta el precio en la temporada. Sin embargo este autor consideró un período mínimo de un mes de producción, variando el número de cosechas entre 10 y 14 días.

2.3 MATERIAL VEGETAL

En el Ecuador se cultivan aproximadamente 25 variedades de zapallo, y por otro lado Lang y Ermini (2010) reportan un ciclo vegetativo de 120 días que se puede apreciar la gran cantidad de tamaños, colores y formas que esta hortaliza ofrece, las más grandes llegan a pesar entre 18 a 36 kg (Romero, 2012).

El mismo autor señala que, esta hortaliza pertenece a la familia de las Cucurbitáceas, siendo divididas en 3 grupos: *Cucúrbita pepo*, *Cucúrbita máxima* y *Cucúrbita moschata* (Romero, 2012); asimismo existe diferencias morfológicas entre y dentro de las diferentes especies de *Cucúrbita* esto varía en cuanto a tamaño de hoja, grosor y número de semillas, peso y ancho de fruto (Ruelas, *et al.*, 2015).

2.4 ANTESIS

Periodo de florecencia o floración de las plantas con flores; estrictamente, es el tiempo de expansión de una flor hasta que está completamente desarrollada

y en estado funcional, durante el cual ocurre el proceso de polinización, si bien es frecuentemente usado para designar el período de floración en sí; el acto de florecer (Jaramillo, 2016).

2.5 POLINIZACIÓN

En la naturaleza se ha desarrollado interacciones entre plantas y animales que han sido importantes para el surgimiento y mantenimiento de las especies, una de ellas es la polinización; Los insectos son los polinizadores más eficientes, sobresaliendo la abeja (*Apis mellifera*), por el elevado número de individuos por unidad de área, la polinización incrementa no sólo la cantidad de frutos, sino su calidad (Castañeda *et al.*, 2012).

En general, la polinización por las abejas no sólo incrementa la producción de los cultivos sino también mejora la calidad, esto se debe a que la mayoría de los cultivos requieren de fertilización de todos o casi todos sus óvulos para obtener su óptimo tamaño y presentación (Reyes y Cano s.f).

La polinización es el paso del polen desde los estambres o estructuras masculinas de la flor al estigma del pistilo, que es la estructura femenina, de la misma flor o de otra distinta (Flores 2013).

Lo anterior es corroborado por Alcaraz (2013) quien menciona que, la polinización es el transporte de los granos de polen desde los sacos polínicos de las anteras hasta el micrópilo de los óvulos en Gimnospermas y hasta el estigma en las Angiospermas.

Robacker *et al.* (1988), citados por Díez (2008), mencionan, la polinización como el proceso de transporte de polen desde las anteras de una flor hasta un estigma localizado en la misma flor, en la misma planta o en una planta diferente de la misma especie y que conduce a la fertilización del óvulo para el posterior desarrollo del fruto. Sin embargo, este autor señala que, la fertilización cruzada tiene mayor valor adaptativo al promover la mezcla de

genes y mayor vigor de la progenie. Por esto, las plantas mediante procesos de selección, han desarrollado mecanismos complejos para asegurar este tipo de cruzamiento.

2.5.1 TIPOS DE POLINIZACIÓN

POLINIZACIÓN POR INSECTOS

Hay insectos que polinizan diversas flores de muchos cultivos, este es el caso de las abejas, en su búsqueda de polen y néctar no son tan específicos como el caso del cigarrón y la parchita. Las plantas de la familia de las cucurbitáceas que incluye cultivos como el melón, auyama, calabacín, patilla y pepino, son de las plantas más beneficiadas por la polinización por abejas, es de tal magnitud el incremento de la producción que hace rentable arrendar colmenas para que le polinicen sus plantaciones (Hernández, s.f).

POLINIZACIÓN ARTIFICIAL O MANUAL

El 90% de las flores femeninas se fertiliza si se polinizan manualmente al alba, al momento en que acaban de abrirse, lo que emula el trabajo de las abejas nativas especializadas y es cuando la fertilidad es máxima y aún hay polen en las anteras. La eficiencia de la polinización empieza a disminuir a media mañana (Nepi y Pacini 1993).

POLINIZACIÓN CONTROLADA

La polinización controlada consiste en atar o cubrir con una bolsa de tul la noche anterior las flores femeninas y masculinas que se utilizarán como parentales, y luego de la polinización se vuelven a cerrar las flores femeninas para asegurar que no entre ningún insecto con polen proveniente de otra planta. Se puede detectar cuál será la flor que abra al día siguiente por el color de la corola que se pone amarillento, y en algunos cultivares porque los pétalos se separan algo en las puntas. Las casas de implementos agrícolas venden las

tiritas de alambre especiales para atar flores de plantas, similares a los hilos de alambre con que se cierran las bolsas de pan (Ashworth, 1997).

Arias (*et al.*, 2014), indica que la participación de los agentes polinizadores naturales incrementan las características del fruto debido a la probabilidad de obtener mayor número de óvulos fecundados. Además, con el uso de esta metodología, los frutos producidos son de mayor tamaño en relación con los obtenidos por polinización natural (Akamine y Girolami, 1959, citados por Arias *et al.* 2014).

Por otro lado, León y Moreno (2006) señalan que, numerosos estudios científicos realizados desde hace más de 50 años indican que, salvo contadas excepciones, la polinización provoca un incremento de la producción, aumentando el número y el tamaño de los frutos, así como el número de frutos cuajados y también una mejora de la calidad de los frutos obtenidos. Esto es corroborado por Reyes y Cano, (s.f.). quienes mencionan que, hay una relación muy estrecha entre tamaño y forma de frutas y cantidad de semilla.

2.5.2 POLINIZACIÓN DEL ZAPALLO

La polinización es por insectos y en el caso de utilizar polinización apícola asistida se recomienda colocar entre 3 y 6 colmenas por hectárea. Para obtener una buena polinización no basta tener esa cantidad de colmenas sino que cada una debe estar bien poblada de abejas (Astorquizaga, 2011).

Las flores se abren con un desfase de unos 30 minutos (las masculinas se abren antes) lo cual facilita la polinización cruzada. Ambos sexos producen una profusa cantidad de néctar en sus discos nectaríferos como recompensa de la polinización, que es realizada por insectos tanto generalistas como especialistas. La cantidad de néctar es fija y depende de las reservas de almidón acumuladas en el nectario durante la fase presecretoria, su remoción por parte de los visitantes florales no tiene efecto sobre el total de néctar producido (Nepi, y Pacini, 1993).

Una vez polinizada la flor femenina se va formando un fruto que es un pepónide de forma y colores variables, una vez maduro, el fruto contiene semillas de color blancas, grisáceas o amarillentas, de forma aovada y aplanadas, según la variedad, el poder germinativo dura varios años si las semillas son almacenadas en forma correcta es decir, en un ambiente de baja temperatura y humedad de manera uniforme. Se pueden diferenciar las especies por la forma y el color de sus semillas (Astorquizaga, 2011).

Por otro lado, Elizondo (2010) señala que, los frutos de buena calidad de Cucurbitáceas tienen muchas semillas. La mal formación de frutos y tamaños pequeños puede ser, algunas veces, el resultado de la polinización inadecuada (poco número de óvulos fertilizados).

Situación similar es reportada por Klein, *et al.*, (2003) citado por Reyes, *et al.*, (2009) el cual indica que, el peso del fruto y las características cualitativas relacionadas tanto en la forma como en el diámetro ecuatorial y longitudinal están relacionados con la visita de insectos a la flor, dado que las flores con mayor número de visitas y el tiempo acumulado de visita mayor tienen también los mayores rendimientos. Si la polinización resulta insuficiente, se obtienen frutos con menos semillas y en consecuencia, deformes o de menor tamaño (Delaplane, 2004 citado por Reyes, *et al.*, 2009),

2.5.3 METODOLOGIA DE POLINIZACIÓN CONTROLADA

Sirvent, y María, (2010) indican que para realizar la polinización asistida o artificial, se necesita proteger la flor femenina una vez que haya sido identificada, para que no sea contaminada por la visita de los insectos.

Por otro lado, Celli (2013) señala que la polinización manual consiste en proteger, por la tarde, las flores masculinas y hembras que van a florecer a la mañana del día siguiente. El mismo autor indica que es muy fácil reconocerlas porque los capullos adquieren un color amarillo característico, a veces incluso

las flores de ciertas variedades tienen la extremidad de sus pétalos ligeramente orlados, en la tarde del día antes de su floración. La protección se hace en la extremidad de la flor usando cinta adhesiva. Se aconseja proteger por lo menos dos flores masculinas para cada flor hembra a polinizar.

Asimismo indica que, a la mañana siguiente, se recolectan las flores masculinas, liberadas de su protección o ligadura y se arrancan sus pétalos. Se quita delicadamente la cinta adhesiva de la flor hembra. Si una o la otra flor, una vez liberadas de la ligadura, no florecen completamente y naturalmente, es que no está “madura”: por lo tanto no se puede utilizar para el proceso de polinización manual.

La polinización se efectúa untando el polen de las flores masculinas sobre cada parte del estigma de la flor hembra. Hay que estar muy alerta porque a veces aterriza de pronto una abeja en medio del proceso de fertilización. Este último debe ser entonces abandonado por causa de la intrusión de polen extranjero. Cuando la polinización se efectúa correctamente, es necesario cerrar de nuevo cuidadosamente la flor hembra rodeándola delicadamente de cinta adhesiva (Celli, 2013).

Porras *et al.* (2006) prueban el efecto de la polinización natural y artificial en guanábana (*Annona muricata* L.) las variables evaluadas fueron: porcentaje de cuajamiento (número de erizos formados a los 55 días) y peso promedio en kg de los frutos al momento de cosecha (136 después de la polinización). Los resultados demostraron que existió un efecto significativo de la polinización artificial en guanábana, obteniendo un mayor porcentaje de cuajado de fruto (69,9%) con relación a la polinización natural (20,6%) y por tanto se notó una tendencia a aumentar el número de frutos por árbol, con menor tamaño y mejor forma cuando se realiza esta práctica.

Flores (2013) menciona que, para obtener los máximos rendimientos de la mayoría de las frutas, vegetales y cultivos se requiere de la polinización, asimismo señala que, varios fenómenos pueden ocurrir para que no se realice

la polinización y por consecuencia la fecundación, esto conlleva a bajas producciones y cultivos poco rentables.

Por esta razón desarrolló una investigación con el objetivo de determinar el porcentaje de flores fecundadas y frutos cuajados en un cultivo de maracuyá mediante el uso de la polinización manual, los resultados mostraron que las flores intervenidas con polinización manual se fecundaron hasta un 90% y las flores expuestas a polinización natural se fecundaron un 10%, las diferencias son significativas en el factor de estudio.

Por otro lado en Venezuela (Pares *et al.*, 2014), plantean una investigación con el objetivo de evaluar en maracuyá amarillo la necesidad de realizar polinización artificial y contrastarla con la polinización natural considerando como variables la proporción de frutos cuajados y su calidad. Para realizar el estudio comparativo en función al tipo de polinización se conformó un experimento en bloques al azar con diez repeticiones de los siguientes tres tratamientos: polinización artificial alógama, polinización artificial autógena y polinización libre o natural. La polinización cruzada alógama produjo el mayor porcentaje de frutos cuajados (77,67 %), seguida por la polinización natural (25,0 %), y sólo 8,33 % en el tratamiento de polinización cruzada autógena. De igual manera, la polinización cruzada alógama permitió mejorar las características físicas de los frutos, en comparación a la polinización natural y artificial autógena. La polinización cruzada alógama puede ser recomendada como una práctica hortícola para el área geográfica donde se realizó el estudio.

Duarte y Sierra (1997) citado por (Pares, *et al.*, 2014) mencionan que existe un efecto positivo de la polinización manual cruzada sobre las características físicas de los frutos, dichos autores en su investigación indican que el tratamiento 1 (testigo), en el cual sólo hubo intervención de los insectos, fue estadísticamente igual a las polinizaciones manuales tanto protegidas como no protegidas.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en el área de cultivos convencionales de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio El Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, situado geográficamente entre las coordenadas 0° 49' 23" Latitud Sur; y 80° 11' 01" Longitud Oeste, a una altitud de 15 msnm^{1/}

3.2 DURACIÓN DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó durante los meses de Agosto a Diciembre del 2017.

3.3 FACTOR EN ESTUDIO

- Métodos de Polinización

3.4 TRATAMIENTOS

- T1 Polinización artificial, pistilo protegido con funda de papel.
- T2 Polinización artificial, pistilo protegido con ligadura de la corola.
- T3 Polinización artificial, pistilo no protegido.
- T4 Polinización natural (Testigo).

1/. Estación meteorológica ESPAM MFL. 2017

3.5 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

3.5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la realización de este trabajo se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Se determinó el coeficiente de variación del error (CV%), el cual es un indicador de la variabilidad experimental que se asocia a la precisión del ensayo. En las variables donde se constató diferencias estadísticas significativas se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad del error. Además, se realizó el análisis de correlaciones en las variables de longitud vs semilla.

3.5.2 ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA

Cuadro 3. 1 Esquema del análisis de varianza.

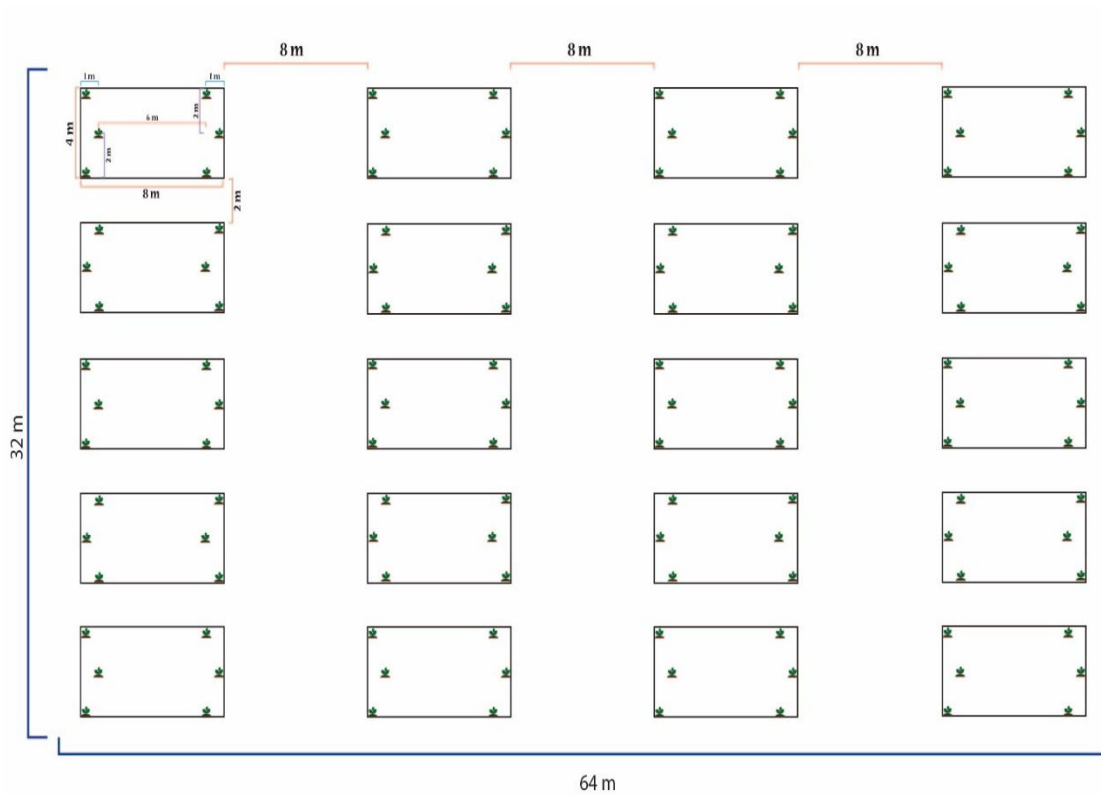
ADEVA	
F.V	G.L
TOTAL	19
TRATAMIENTOS	3
REPLICAS	4
ERROR	12

3.5.3 UNIDAD EXPERIMENTAL

El área que se utilizó en el ensayo fue de 32 m x 64 m, que da un total de 2048 m².

CROQUIS DE CAMPO

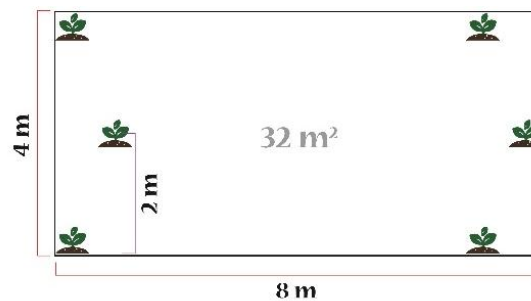
ÁREA TOTAL



$$\text{Area} = 2048 \text{ m}^2$$

$$\text{número de plantas} = 120$$

BLOQUE



$$\text{Area} = 32 \text{ m}^2$$

$$\text{número de plantas} = 6$$

3.5.4 VARIABLES EN ESTUDIO Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

a). NÚMERO DE FRUTOS / PLANTAS

Para la obtención de este dato se sumaron los frutos cosechados en cada unidad experimental y en cada pase de cosecha, luego se dividió para el número de plantas cosechadas y así obtener el promedio de frutos por planta.

b). DIÁMETRO DE FRUTO

Se tomó al azar tres frutos en cada pase de cosecha y con ayuda de una cinta métrica se midió el perímetro del fruto, luego a los valores obtenidos se le aplicó la fórmula correspondiente para obtener el diámetro.

$$\pi = \frac{\textit{longitud de fruto}}{3.1416} \quad [3.1]$$

c). NÚMERO DE SEMILLAS / FRUTO

Para determinar esta variable se consideraron los tres frutos de la variable anterior y se cuantificó el número de semillas y se lo dividió para el número de frutos seleccionado para así obtener un promedio de semillas por fruto.

d). LONGITUD DE FRUTO

Para determinar este dato se tomaron los tres frutos de la variable anterior, con ayuda de una cinta métrica se midió la longitud de fruto expresado en centímetros, la misma actividad se la realizó en cada pase de cosecha, y así se obtuvo el promedio general.

e). RELACIÓN TAMAÑO DE FRUTO / NÚMERO DE SEMILLAS

Para determinar este dato se tomarón en cuenta las variables longitud de fruto y número de semillas por fruto, se escogieron los promedios de mayor y menor longitud de frutos y promedios de mayor y menor número de semillas por fruto, y de acuerdo a esto se hizo un análisis de correlación entre las variables tamaño de fruto y número de semillas.

f). MASA DE FRUTO

Para obtener este dato se utilizó una balanza y se procedió a tomar el peso de todos los frutos cosechados en la parcela, mismos que se expresan en Kg, una vez obtenidos estos datos se obtuvo un promedio general.

g). GROSOR CÁSCARA Y PULPA

Para tomar estos datos se utilizaron los 3 frutos de las variables anteriores, y con la ayuda de un calibrador se midió el espesor del pericarpio y la pulpa y este dato se expresó en milímetros.

3.5.5 VARIABLES COMPLEMENTARIAS

a). DIAS A LA COSECHA

Este dato se obtuvo contando los días desde la siembra hasta la primera cosecha.

b). PERIODO DE COSECHA

Para este dato se contaron los días desde la primera, hasta la última cosecha de cada tratamiento.

c). CICLO VEGETATIVO

Para la obtención de este dato se contaron los días transcurrido desde la germinación de las semillas hasta el último pase de cosecha.

3.6 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

a). PREPARACIÓN DE TERRENO

La preparación del terreno para el ensayo se realizó con las siguientes labores de arado, rastrado y surcos; posteriormente se realizó el delineamiento de las parcelas experimentales.

b). SIEMBRA

La siembra se realizó en forma directa a doble hilera por surco y una semilla por sitio.

c). DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA

Se aplicó un distanciamiento de 8 metros entre hileras, y 4 metros entre plantas, (8 m x 4 m).

d). RIEGO

Para esta actividad se tomó en cuenta las condiciones meteorológicas y necesidades del cultivo para proceder a dotar de agua, se aplicó el sistema de riego por gravedad en surco dos veces por semana durante el periodo del ensayo.

e). FERTILIZACIÓN

Se realizó una fertilización básica según el requerimiento del cultivo.

Nitrógeno:

Dosis total	80 kg N ha ⁻¹
Época de aplicación	20% a la siembra
	40% 40 días después de la siembra
	40% 60 días después de la siembra

Fosforo:

Dosis total 90 kg P₂O₅ ha⁻¹

Época de aplicación Presiembra

Potasio:

Dosis total 40 kg K₂O ha⁻¹

Época de aplicación Presiembra

La incorporación de cada uno de estos elementos se hizo en el suelo cerca de la planta después de cada riego.

f). CONTROL DE MALEZAS

Se aplicó antes de la siembra paraquat, dentro del surco con dosis de 1,5 L /tanque de agua (3 L / ha), también se realizó deshierba manual en la parte cercana de la planta, cuando la maleza presentó un umbral económico alto, además se aplicó herbicidas selectivos de hojas angostas, como Cletodima, en dosis de 2,5 mL/L, así mismo para hojas anchas se utilizó Fomesafeno, con dosis de 2,5 mL/L, haciendo una aplicación dirigida, empleando para ello una bomba de mochila de 20 L.

g). CONTROL DE PLAGAS

Para controlar la presencia de cualquier vector de enfermedades se realizó un control siguiendo las recomendaciones de los técnicos de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ESPAM – MFL, realizando monitoreo correspondiente.

Cuadro 3. 2 Dosificaciones básicas para control de plagas.

Plagas	Recomendaciones
	Control químico
Mosca blanca	Imidacloprid 200 a 300 ml ha ⁻¹
Trips	Acetamiprid 300 ml ha ⁻¹
Pulgones	Imidacloprid 300 ml ha ⁻¹

h). POLINIZACIÓN

Se polinizaron todas las flores existentes en el ensayo, colocándole las etiquetas correspondientes de cada tratamiento.

TÉCNICA UTILIZADA PARA LA POLINIZACIÓN ARTIFICIAL

Para llevar a cabo la polinización artificial se realizaron las siguientes actividades:

- Se reconocieron las flores femeninas y masculinas, posteriormente.
- Se procedió a proteger cada una de las flores femeninas un día antes de la antesis.
- Se recolectaron las flores masculinas para facilitar al día siguiente en horas de la mañana la polinización.
- Se realizó la polinización, retirando la corola de la flor masculina, y descubriendo el cono de antera con el polen; luego de esto a la flor femenina se le llevó una o más flores masculinas retirando la protección según el tratamiento.
- Se llevo a cabo la polinización, utilizando la flor masculina a modo de pincel, pitando el estigma de la flor femenina con el polen.
- Se cubrió la flor femenina con la protección correspondiente según los diferentes tratamientos, quedando previamente etiquetadas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES RESPUESTAS

Cuadro 4. 1 Análisis estadístico de las variables número de frutos/planta, diámetro, longitud, peso de fruto.

Tratamientos	Variable					
	Número de Frutos/Planta		Diámetro (cm)		Longitud (cm)	Peso (Kg)
	**		**		NS	NS
Pistilo protegido con funda de papel (T1)	3,60	a	27,86	a	21,55	8,51
Pistilo protegido con ligadura de la corola (T2)	4,60	a b	30,29	a b	25,03	9,52
Pistilo no protegido (T3)	6,00	b	31,72	b	23,75	10,09
Testigo (T4)	4,20	a b	30,26	a b	22,04	8,58
C.V. %	23,81		6,04		8,88	18,6
p=	0,02		0,03		0,06	0,41

El cuadro 4.1 presenta los resultados producto del análisis de varianza realizado a las variables en estudio, el mismo que reporta diferencias estadísticas altamente significativas en la variable de número de frutos por planta, presentando dos categorías o rangos: T3(Polinización artificial, pistilo no protegido) presenta una media de 6 frutos por planta, este tratamiento comparte categoría con el T2(Polinización artificial, pistilo protegido con ligadura de la corola) y T4(Testigo).

Resultados que concuerdan con Duarte y Sierra (1997) citado por (Pares, *et al.*, 2014) quienes mencionan que existe un efecto positivo de la polinización manual cruzada sobre las características físicas de los frutos, dichos autores en su investigación indican que el tratamiento 1 (Testigo), en el cual sólo hubo intervención de los insectos, fue estadísticamente igual a las polinizaciones manuales tanto protegidas como no protegidas. Sin embargo, contrasta con las observaciones de Coca, *et al.*, (2011), quien reporta que la

participación de los agentes polinizadores naturales incrementa las características del fruto debido a la probabilidad de obtener mayor número de óvulos fecundados (Anexo 2).

Algo similar ocurrió con la variable de diámetro del fruto la cuál refleja diferencias altamente significativas entre cada uno de los tratamientos resultando T3(Polinización artificial, pistilo no protegido) como el tratamiento que presenta mayor longitud con una media de 31,72 cm, este tratamiento comparte categoría con T2(Polinización artificial, pistilo protegido con ligadura de la corola) y T4(Testigo), lo anterior indica que la polinización tuvo influencia positiva en esta variable, lo cual es corroborado por (Duarte y Sierra, 1997) citado por (Pares, *et al.*, 2014), los cuales encontraron diferencias significativas en la variable diámetro de fruto, lo cual fue considerado positivo debido a la diversidad genética de esta especie.

Cuadro 4. 2 Análisis estadístico de las variables número de semillas, grosor/pulpa, grosor/cáscara.

Tratamientos	Variable		
	Número de semillas	Grosor/Pulpa (mm)	Grosor/Cáscara (mm)
	NS	NS	**
Pistilo protegido con funda de papel (T1)	268,18	34,89	4,61 a
Pistilo protegido con ligadura de la corola (T2)	286,56	45,03	4,67 a
Pistilo no protegido (T3)	326,94	46,73	5,74 b
Testigo (T4)	318,87	41,52	4,33 a
C.V.%	19,60	16,71	11,66
p=	0,38	0,07	0,01

En el cuadro 4.2 se muestran los resultados del análisis de varianza de las otras variables evaluadas, el cual reporta diferencias altamente significativas en la variable grosor de cáscara, correspondiendo a T3(Polinización artificial, pistilo no protegido) como el tratamiento con el mayor grosor de cáscara, en este caso este tratamiento no comparte categoría con ningún tratamiento presentando una media de 5,74mm resultado que indica que la polinización tuvo influencia significativa en esta variable y ello concuerda con (Ruelas, *et al.*, 2015), dicho autor encontró variabilidad morfológica entre y dentro de especies

de *Cucurbita*, por otro lado (León y Moreno, 2006) indican que al utilizar una polinización dirigida y/o artificial el grosor de la cascara evaluada tiende a aumentar y varia de forma significativa (Anexo 8). A diferencia de las variables número de semillas y grosor de pulpa, en las cuales no se determinaron diferencias estadísticas entre los tratamientos y por lo tanto son iguales entre sí (Anexos 4 y 9).

4.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES TAMAÑO DE FRUTO Y NÚMERO DE SEMILLAS

Cuadro 4. 3 Valores máximos y mínimos de las variables longitud y número de semillas

LONGITUD	NÚMERO DE SEMILLAS
Máximo	Máximo
25,03	326,94
Mínimo	Mínimo
21,55	268,18

Cuadro 4. 4 Análisis de correlación de las variables longitud y número de semillas

	Longitud	#semillas
Longitud	1	
#semillas	1	1

Una vez realizado el análisis de correlación este indica que la longitud de fruto guarda relación directa con la variable número de semillas por fruto, es decir que a mayor longitud de fruto mayor será el número de semillas, este resultado experimental es corroborado por Reyes y Cano, (s.f.) quienes mencionan que, hay una relación muy estrecha entre tamaño y forma de frutas y cantidad de semilla, adicional a ello Elizondo, (2010) indica que los frutos de buena calidad de cucurbitáceas tienen muchas semillas. La mal formación de frutos y tamaños pequeños puede ser, algunas veces, el resultado de la polinización inadecuada (poco número de óvulos fertilizados) (Anexo 6).

4.3 VARIABLES COMPLEMENTARIAS

Cuadro 4. 5 Variables complementarias.

VARIABLES COMPLEMENTARIAS	
VARIABLES	DIAS
DIAS A LA COSECHA	87 días
PERIODO DE COSECHA	28 días
CICLO VEGETATIVO	110 días

Vásquez (1991) señala que, el ciclo vegetativo del cultivo de zapallo tiene una duración aproximada de 85-90 días desde la siembra hasta la cosecha. En cuanto al período de cosecha, Bascur (2006) indica que, este es variable y está definido por las condiciones climáticas y por las variaciones que experimenta el precio en la temporada. Sin embargo este autor consideró un período mínimo de un mes de producción, variando el número de cosechas entre 10 y 14 días. Por otro lado Lang y Ermini (2010) reportan un ciclo vegetativo de 120 días. Con estas consideraciones previas, el material experimental utilizado en la presente investigación tuvo un comportamiento adecuado y expreso de manera puntual su acervo genético.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El método de polinización que obtuvo efectos positivos sobre el rendimiento y calidad de fruto en el cultivo de zapallo (*Cucurbita máxima*), fue la polinización artificial con el pistilo no protegido.
- La polinización artificial en este cultivo mejora las características morfológicas del fruto correspondiente a número de frutos, longitud de fruto y grosor de cáscara.
- El número de semillas en relación con el tamaño de fruto de zapallo (*Cucurbita máxima*), guarda relación directa, es decir que a mayor longitud de fruto mayor será el número de semillas.

5.2 RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda:

- Realizar la polinización artificial con pistilo no protegido en zapallo (*Cucurbita máxima*), si se tiene como objetivo obtener frutos de mayor tamaño y mayor cantidad de frutos por planta.
- Aplicar el método de polinización artificial correspondiente a pistilo protegido con ligadura de la corola, si se desea conservar y/o mantener la variedad y genética de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz, J. (2013). Polinización y dispersión. Recuperado de: <http://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema07.pdf>
- Arias, J., Ocampo, J y Urrea, R. (2014). La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulisf. flavicarpa Degener*) como un servicio reproductivo y ecosistémico. Manizales, CO. Agronomía Mesoamericana. Vol. 25 (1),73-83
- Ashworth, L. (1997). Estudio sobre la biología reproductiva del zapallo amargo (*Cucurbita andreana*, Cucurbitaceae). F.C.E.F. y U.N.C. (Tesis de grado, no publicada).
- Astorquizaga, R. (2011). Cultivo de zapallo (*Cucurbita sp*) en el Noroeste de Chubut. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/scriptmpinta_agricultura15_zapallo_cucurbita_pdf
- Bascur, G. (2006). Curital INIA: Nueva Variedad de Zapallo Italiano (*Cucurbita pepo* L.) del Tipo Negro Chileno. Nota Científica. Rev.Agric. Téc. Vol. 66 (4).
- Blázquez, M., Piñeiro, M y Valverdey, F. (2011). Bases moleculares de la floración. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/65979>
- Castañeda, S., Vásquez, R y Ballesteros, H. (2012). Efecto de la polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* sobre la cantidad y calidad del fruto en cultivo de naranja *Citrus sinensis*. Revista. Vitae. Vol. 19 (1), 66 - 68.
- Castro, L. (2013). Utilización del zapallo (*Cucurbita máxima* y *Cucurbita pepo*), en la elaboración de compotas. (Tesis. Ing. Industrias Pecuarias). Universidad Técnica de Quevedo, Quevedo, ECU.

- Celli, A. (2013). Polinización de calabazas. Manual de producción de semilla. Recuperado de: <https://elhorticultor.org/2013/05/19/produccion-artesanal-de-semillas-de-zapallo/>
- Coca, A., Ospina, N y Amaya, M. (2011). Biología floral y reproductiva de la gulupa *Passiflora edulis Sims f. Edulis*. *Caldasía*. Bogotá, CO. Revista Unal. Vol. 33 (2),433-451.
- Díez, G. (2008). Sistemas de polinización en bosques tropicales. Recuperado de: <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/VirtualLibrary/Bosques-Ecosistemas/36.pdf>
- Elizondo, M. (2010). Efecto de la polinización abierta en la producción de melón (*Cucumis melo*) híbrido dorado, en Lepanto, Puntarenas y Nandayure, Guanacaste. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/2829>
- FAO (Organización de las Naciones unidas) (2005). Protección a los polinizadores. (En línea). Recuperado de: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0512sp1.htm>
- FAO (Organización de las Naciones unidas) (2007). Agronomía de los cultivos andinos. (En línea). Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s00.HTM>
- FAO (Organización de las Naciones unidas) (2008). Las abejas son los diligentes polinizadores de las frutas y cultivos. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/008/y5110s/y5110s03.htm>
- Flores, M. (2013). Evaluación del efecto de la polinización manual en la fecundación de flores y cuaje de frutos en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la vereda Espinal municipio los Santos en el departamento de Santander. (Tesis Ing. Ciencias Agrícolas). Universidad Autónoma de Bucaramanga. Bucaramanga, VEN.

- Gáspera, P y Rodríguez, R. (2013). Manual del cultivo del zapallo anquito. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Mendoza, ARG. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_de_zapallo.pdf
- Hernández, F. s.f. La Polinización por Insectos y el Manejo Agronómico de los Cultivos. Recuperado de: http://www.agro-tecnologia-tropical.com/polinizacion_por_insectos.html
- IDIAP (INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA DE PANAMA). (2003). Guía para el manejo integrado de cultivo de zapallo. Recuperado de: <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/cultivodezapallo.pdf>
- Infobae (2016). Agricultura amenazada: la falta de abejas y mariposas ponen en riesgo la polinización. Recuperado de: <https://www.infobae.com/2016/03/03/1793309-agricultura-amenazada-la-falta-abejas-y-mariposas-ponen-riesgo-la-polinizacion/>
- Japon, J. (2006). Cultivo de calabazas. Boletín divulgativo Núm. 11-12. Recuperado de: https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1981_11-12.pdf
- Jaramillo, J. (2016). La producción y comercialización de la piña y su incidencia en el sector socioeconómico del cantón Milagro en el año 2015. (Tesis Ing comercial). Universidad Estatal de Milagro. Milagro, EC.
- Lang, M. y Ermini, P. (2010). Evaluación de distintas densidades de siembra en un cultivo de zapallo tipo "Anco" (*Cucurbita moschata*) en la región semiárida Pampeana. Santa rosa, Arg. Revista de la Facultad de Agronomía – UNL Pam - Vol. 21 (1), 37-43.
- La Nación (2016). La disminución de abejas y otros polinizadores amenaza la agricultura mundial. Recuperado de: <https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/la-disminucion-de->

abejas-y-otros-polinizadores-amenaza-la-agricultura-mundial/R3TWT7M7MRHA5BQOGSSAE55OAY/story/

- León, Y & Moreno J. (2006). Evaluación del efecto de la polinización dirigida a cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) " valencia" y "ombligona " con el uso de la abeja *Apis mellifera* en el municipio de sasaima, cundinamarca. (Tesis. Ing. Industrial Zootecnista). Universidad de la Salle, Bogotá, COL.
- MAGAP. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y pesca). (2012). Programa de horticultura. Recuperado de: <http://www.agricultura.gob.ec/>
- Manual de Horticultura (UNL) Universidad Nacional de Luján. Zapallo y zapallito de tronco. 2011. (En línea). ARG. Recuperado de: <http://www.hort.unlu.edu.ar/sites/www.hort.unlu.edu.ar/files/site/Zapallo%20y%20zapallito.pdf>
- Nepi, M., y Pacini, E. (1993). Pollination, pollen viability and pistil receptivity in (*Cucurbita pepo*). Rev. Annals of Botany. Vol 72(6), 527-536.
- Pares, J., Sánchez, J y Arizaleta, M. (2014). Efecto de la polinización artificial sobre la fructificación y la calidad de fruto del maracuyá amarillo (*Pasiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Barquisimeto.VEN. Bioagro. Vol.26 (3), 165 -170.
- Pineda, D. (2012). Usos alternativos gastronómicos del zapallo en la elaboración de sopas y cremas. (Tesis. Tlgo en gastronomía). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, ECU.
- Poggi, L., Gaviola, J y Della, P. (2013). Efecto de la densidad de plantas en el cultivo de zapallo tipo Anco (*Cucurbita moschata*) sobre la producción de frutos y semillas. Arg. Rev. Horticultura Argentina. Vol. 33 (1), 14-21.
- Porras, D., Briceño, W y Molina, A. (2006). Efecto de la polinización artificial en el cuajado de frutos de la guanábana (*Annona muricata* L.) En la zona norte del estado Táchira, Venezuela. Táchira, VEN. Rev. Ciènt. UNET. Vol. 18 (1), 1-8.

- Reyes, J., Cano, P. (s.f.) Manual de Polinización apícola. Recuperado de: http://www.mieldemalaga.com/data/manual_polinizacion_apicola.mex.pdf
- Reyes, L., Cano, P y Nava, U. (2009). Periodo óptimo de polinización del melón con abejas melíferas (*Apis mellifera* L.). Torreón, Coahuila, MX. Revista Agric. Téc. Méx. Vol. 35 (19), 370-377.
- Romero, M. (2012). Desarrollo de la línea de producción de un complemento alimenticio rico en fibra a partir de zapallo. (Tesis Ing en alimentos). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, EC.
- Ruelas, P., Aguilar, J., García, J., Valdivia, R y López, G. (2015). Diversidad morfológica de especies cultivadas de calabaza (*Cucúrbita* spp.) en el estado de Nayarit. Xalisco, Nayarit. MX. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.6 (1), 1845-1856
- Sanmartín, M. (2014). Estudio de prefactibilidad para la producción de zapallo (*Cucúrbita máxima*) en el cantón Arenillas y su comercialización al mercado externo. (Tesis. Eco. Agropecuario). Universidad Técnica de Machala. Machala, EC.
- Sirvent, P., María, B. (2010). Polinización controlada en melón. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/8389>
- Vásquez, O. (1991). Efecto de la densidad de siembra y niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento del zapallo (*Cucurbita moschata* Duchense) cultivar butternut bajo protección. (Tesis Ing agrónomo). Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras.
- Zambrano, E. (2010). Mejoramiento genético de zapallo (*Cucurbita moschata*) obtención de un nuevo cultivar con fines de consumo en fresco adaptado a las condiciones del valle del cauca. (Tesis. Posgrado en ciencias agropecuarias). Universidad Nacional de Colombia. Palmira, COL

ANEXOS

Anexo 1

Matriz base de datos

Rep	Trat	NÚMERO DE FRUTOS/PLANTA	DIAMETRO DE FRUTOS/Cm	LONGITUD DE FRUTOS/Cm	PESO DE FRUTO/Kg	NÚMERO DE SEMILLAS/FRUTOS	GROSOR DE PULPA/mm	GROSOR DE CASCARA/mm
1	1	3	26,91	20,5	11,76	179,25	21,71	4,34
1	2	6	33,56	26,27	11,8	343	51,55	4,77
1	3	6	33,19	22,47	10,9	362,7	47,98	6,62
1	4	4	30,21	19,55	7,89	349	38,6	3,98
2	1	4	29,76	25,55	8,98	390,5	37,34	4,71
2	2	5	30,97	24,55	9,92	349,16	48,28	4,9
2	3	6	34,19	24,55	11,21	349,5	53,05	6,25
2	4	6	30,85	22,55	8,46	367	36,41	4,58
3	1	4	27,23	22,11	7,34	259,66	41,73	4,89
3	2	2	28,24	25,55	7,68	200,5	34,05	4,69
3	3	6	28,73	22,83	9,54	296,16	50,64	4,33
3	4	4	33,14	23,33	11,71	273,83	44,26	3,8
4	1	3	25,81	20,55	5,51	258,5	33,43	4,25
4	2	6	28,37	21,44	8,88	316	50,28	4,67
4	3	7	30,95	25,1	9,49	342	36,06	6,04
4	4	4	28,5	24,5	7,38	268,86	37,57	4,07
5	1	4	29,61	19,06	8,97	253	40,26	4,86
5	2	4	30,32	27,35	9,52	224,16	40,99	4,3
5	3	5	31,56	23,81	9,32	284,33	45,94	5,46
5	4	3	28,62	20,25	7,45	335,66	50,76	5,23

Anexo 2

Análisis de varianza de la variable número de frutos/ plantas

NUMERO DE FRUTOS/PLANTA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE FRUTOS/PLANTA	20	0,45	0,34	23,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,60	3	5,20	4,33	0,0204
TRATAMIENTOS	15,60	3	5,20	4,33	0,0204
Error	19,20	16	1,20		
Total	34,80	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,98217

Error: 1,2000 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
1	3,60	5	0,49 A
4	4,20	5	0,49 A B
2	4,60	5	0,49 A B
3	6,00	5	0,49 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 3

Análisis de varianza de la variable diámetro de fruto

DIAMETRO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO	20	0,61	0,39	6,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	62,38	7	8,91	2,71	0,0624
Rep	23,96	4	5,99	1,82	0,1901
Trat	38,42	3	12,81	3,89	0,0374
Error	39,51	12	3,29		
Total	101,89	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,40731

Error: 3,2928 gl: 12

Trat	Medias	n	E.E.
1,00	27,86	5	0,81 A
4,00	30,26	5	0,81 A B
2,00	30,29	5	0,81 A B
3,00	31,72	5	0,81 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 4

Análisis de varianza de la variable número de semillas por fruto

NUMERO DE SEMILLAS/FRUTOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE SEMILLAS/FRUTOS	20	0,17	0,01	19,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11372,84	3	3790,95	1,10	0,3795
TRATAMENTOS	11372,84	3	3790,95	1,10	0,3795
Error	55351,86	16	3459,49		
Total	66724,69	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=106,42826

Error: 3459,4911 gl: 16

TRATAMENTOS	Medias	n	E.E.
1	268,18	5	26,30 A
2	286,56	5	26,30 A
4	318,87	5	26,30 A
3	326,94	5	26,30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 5

Análisis de varianza de la variable longitud de fruto

LONGITUD DE FRUTOS/Cm

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD DE FRUTOS/Cm	20	0,36	0,24	8,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38,40	3	12,80	3,04	0,0592
TRATAMENTOS	38,40	3	12,80	3,04	0,0592
Error	67,26	16	4,20		
Total	105,65	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,70984

Error: 4,2035 gl: 16

TRATAMENTOS	Medias	n	E.E.
1	21,55	5	0,92 A
4	22,04	5	0,92 A
3	23,75	5	0,92 A
2	25,03	5	0,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 6

Análisis de varianza de la variable relación tamaño de fruto/número de semillas

NUMERO DE SEMILLAS/FRUTOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE SEMILLAS/FRUTOS	20	0,17	0,01	19,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11372,84	3	3790,95	1,10	0,3795
TRATAMIENTOS	11372,84	3	3790,95	1,10	0,3795
Error	55351,86	16	3459,49		
Total	66724,69	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=106,42826

Error: 3459,4911 gl: 16

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

1	268,18	5	26,30	A
2	286,56	5	26,30	A
4	318,87	5	26,30	A
3	326,94	5	26,30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 7

Análisis de varianza de la variable masa fruto

PESO DE FRUTO/Kg

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DE FRUTO/Kg	20	0,16	3,1E-03	18,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,92	3	2,97	1,02	0,4100
TRATAMIENTOS	8,92	3	2,97	1,02	0,4100
Error	46,68	16	2,92		
Total	55,60	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,09068

Error: 2,9175 gl: 16

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

1	8,51	5	0,76	A
4	8,58	5	0,76	A
2	9,56	5	0,76	A
3	10,09	5	0,76	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 8

Análisis de varianza de la variable grosor de cáscara

GROSOR DE CASCARA/mm

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
GROSOR DE CASCARA/mm	20	0,53	0,44	11,66	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,76	3	1,92	6,03	0,0060
TRATAMENTOS	5,76	3	1,92	6,03	0,0060
Error	5,09	16	0,32		
Total	10,84	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,02039

Error: 0,3180 gl: 16

TRATAMENTOS	Medias	n	E.E.
4	4,33	5	0,25 A
1	4,61	5	0,25 A
2	4,67	5	0,25 A
3	5,74	5	0,25 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 9

Análisis de varianza de la variable grosor de pulpa

GROSOR DE PULPA/mm

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
GROSOR DE PULPA/mm	20	0,34	0,22	16,71	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	411,55	3	137,18	2,78	0,0748
TRATAMENTOS	411,55	3	137,18	2,78	0,0748
Error	789,38	16	49,34		
Total	1200,93	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,70965

Error: 49,3362 gl: 16

TRATAMENTOS	Medias	n	E.E.
1	34,89	5	3,14 A
4	41,52	5	3,14 A
2	45,03	5	3,14 A
3	46,73	5	3,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 10

Riego previo a la siembra



Anexo 11

Delineamiento de las parcelas experimentales



Anexo 12

Control de malezas y plagas



Anexo 13

Protección y etiquetado de las flores



Anexo 14

Cosecha y toma de datos

