

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.

MIGUEL ANGEL FLOREZ RIATIGA

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y ADISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

AGRONOMIA

BUCARAMANGA

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.

MIGUEL ANGEL FLOREZ RIATIGA

Directora de Proyecto

Yenis González Correa
Ing. Agrónomo, M. Sc Entomología Agrícola

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

AGRONOMIA

BUCARAMANGA

2013

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS	6
LISTA DE GRAFICOS	7
LISTA DE IMÁGENES	8
LISTA DE ANEXOS	9
INTRODUCCION	10
RESUMEN DEL PROYECTO	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. JUSTIFICACION	14
3. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL Y TEORICO	15
3.1. MARCO DE REFERENCIA.	15
3.1.1. Origen y Botánica de la Maracuyá.	15
3.1.2. Regiones Productoras de Maracuyá en Colombia.	16
3.1.3. Evolución de la Productividad.	17
3.2. MARCO DE ANTECEDENTES	17
3.2.1. Efectos de la Polinización Manual en la Maracuyá	17
3.2.2. Polinización de Pasifloráceas.	20
3.3. MARCO TEORICO	22
3.3.1. Flores de Frutales Tropicales.	22
3.3.2. Polinización y Productividad.	23
3.3.3. Polinización y la Agricultura.	23
3.3.4. Concepto General de Polinización.	25
3.4. MARCO CONCEPTUAL	27
3.4.1. Clasificación Taxonómica de la Maracuyá.	28
3.4.2. Manejo Agronómico del Cultivo de Maracuyá.	28
3.4.2.1. Suelo y Fertilización.	28
3.4.2.2. Siembra.	28

3.4.2.3.	Densidad de siembra.	28
3.4.3.	Sistema de Siembra	29
3.4.3.1.	Riego.	29
3.4.3.2.	MIPE del Cultivo.	30
3.4.3.3.	Ciclo Vegetativo de la Maracuyá.	32
3.4.4.	Las Flores de la Maracuyá.	33
3.4.5.	Fenología floral.	33
3.4.5.1.	Fase F0: Pre-antesis.	34
3.4.5.2.	Fase F1: Flor femenina con hercogamia.	34
3.4.5.3.	Fase F2: Flor homógama con hercogamia.	34
3.4.5.4.	Fase F3: Flor homógama sin hercogamia.	34
3.4.5.5.	Fase F4: Flor senescente.	35
3.4.6.	Receptividad Estigmática.	36
3.4.7.	Fenología de la Formación de los Frutos.	37
3.4.8.	El Fruto de Maracuyá.	38
3.4.9.	Semilla de Maracuyá.	38
3.4.10.	La Polinización en Maracuyá.	39
3.4.10.1.	Polinización Natural en la Maracuyá.	39
3.4.10.2.	Polinización Manual en Maracuyá.	40
3.5.	MARCO GEOGRAFICO	40
3.5.1.	Características Generales.	40
3.5.2.	Suelo, Clima y Recursos Naturales.	41
3.5.3.	Datos climáticos al momento de los tratamientos.	42
3.5.4.	Costos Estimados de Producción.	42
4.	HIPÓTESIS	44
5.	OBJETIVO DEL PROYECTO	45
5.5.	Objetivos Específicos.	45
6.	METODOLOGÍA	46
6.1.	Tipo de Experimento.	46
6.2.	Desarrollo Metodológico.	47

6.3. Población.	47
6.4. Ficha Técnica.	47
6.5. Tratamientos.	49
6.5.1. Tratamiento I (Polinización Manual = PM)	50
6.5.2. Testigo: (Polinización natural = PN)	51
6.6. Distribución de Grupos.	51
6.7. Variable	52
6.7.1. Variable Independiente.	52
6.7.2. Variable Dependiente.	53
6.8. Hipótesis del Trabajo	52
6.8.2. Hipótesis Nula.	53
6.8.3. Hipótesis Alternativa.	53
7. DISCUSION Y RESULTADOS	53
7.1. Análisis Estadístico	54
7.2. Prueba T Student.	54
7.3. Análisis de Varianza y Medias.	55
7.4. Resultados del Tratamiento.	56
7.5. Resultados del testigo.	58
7.6. Comparativo de resultados.	60
7.7. Aplicabilidad de los Resultados.	61
8. CONCLUSIONES GENERALES DEL PROYECTO	62
9. RECOMENDACIONES	63
10. PRESUPUESTO	64
11. CRONOGRAMA	65

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

GLOSARIO

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro N.1	Programa de Fertilización .	28
Cuadro N.2	Manejo Integrado de Plagas y enfermedades en la Maracuyá.	30
Cuadro N.3	Datos Climáticos.	42
Cuadro N.4	Proyección de Costos e Ingresos en el Cultivo de Maracuyá.	43
Cuadro N.5	Ficha técnica	47
Cuadro N.6	Distribución de tratamientos.	50
Cuadro N.7	Distribución de Grupos Comparativos.	51
Cuadro N.8	Recolección de la información.	53
Cuadro N.9	Resultados Prueba T Student.	54
Cuadro N.10	Resultados de Varianza y Medias.	55
Cuadro N.11	Presupuesto Total del Proyecto.	64
Cuadro N.12	Cronograma de Actividades.	65

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Grafica N.1 Resultado de la Polinización Manual.	56
Grafica N.2 Resultado de la Polinización Manual expresado en porcentajes.	57
Grafica N.3 Resultado de la Polinización Natural.	58
Grafica N.4 Resultado de la Polinización Natural expresado en porcentajes.	59
Grafica N.5 Comparativo de resultados expresado en porcentajes.	60

LISTA DE IMÁGENES

		Pág.
Imagen N.1	Partes de la flor y Proceso Polinización.	27
Imagen N.2	Espaldera Sencilla.	29
Imagen N.3	Tipos de Flor según la orientación de los estigmas.	37

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo N.1 Análisis de suelo	66
Anexo N.2 Tabla de números al azar	67

INTRODUCCION

La Maracuyá (*Pasiflora edulis L.*) posee un excelente potencial de mercado a nivel local, regional y nacional, altos precios y gran aceptación por los consumidores por sus características organolépticas. Las plantaciones de maracuyá en los Santos Santander presentan bajos rendimientos que se deben principalmente a que las flores de la maracuyá poseen autoincompatibilidad y dicogamia protandrica, a esto se une la poca eficiencia de agentes polinizadores de tipo entomófilo, dándose caída de flores, pocos frutos de tamaño pequeño y asimétricos.

La mayoría de las plantaciones existentes en la zona de estudio (Los Santos Santander) se han originado por propagación natural y han desarrollado sin manejo agronómico, tienen un rendimiento entre 8.000 a 12.000 kg. / ha. (Autor)

La principal causa de la caída de las flores de maracuyá y consecuente reducción de su producción es la falta de polinización, por lo que se ha recomendado la polinización artificial. Con esa práctica Grisi Jr. (1973) obtuvo eficiencia de 78,96% en comparación al 12% obtenido en la polinización natural. Según Akamine & Girolami (1959), la formación de los frutos provenientes de la polinización natural por insectos es bajo, en comparación al obtenido con la polinización manual o artificial. Por lo tanto, la polinización manual o artificial es de gran importancia en las plantaciones de maracuyá; principalmente, en áreas donde hay baja densidad poblacional de insectos polinizadores y en plantaciones muy extensas, ya que por su dimensión, dificulta la eficiencia de los polinizadores en los período de gran floración.

El presente trabajo busca determinar el porcentaje de flores fecundadas o frutos cuajados mediante la intervención de la polinización manual, y de acuerdo a los resultados determinar si es viable la aplicación de esta práctica.

RESUMEN DEL PROYECTO

Para obtener los máximos rendimientos de la mayoría de las frutas, vegetales y cultivos se requiere de la polinización. El transporte del polen de las anteras al estigma de la flor se llama polinización, este traslado se lleva a cabo por diversos medios como el viento, el agua, la gravedad, los murciélagos, los insectos y algunos casos intervención humana. 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.

Considerando que la polinización manual puede incrementar los niveles de producción se plantea evaluar los efectos de esta técnica en un cultivo comercial de maracuyá ubicado en el municipio de Los Santos Santander.

Inicialmente se realizó una investigación bibliográfica y de observación en relación con la floración y fructificación en la zona y se recopiló la información disponible. Se hizo observaciones sobre la disposición de las flores en las plantas y se estudió el desarrollo y la morfología floral; se determinó el momento de apertura floral y se realizó una investigación para conocer el efecto de la polinización de forma manual. El experimento se realizó en la vereda el Espinal, municipio los Santos en el departamento de Santander durante el año 2013. El objetivo es determinar el porcentaje de flores fecundadas y frutos cuajados mediante el uso de la polinización manual.

Se utilizó un cultivo de Maracuyá de 378 plantas sembradas a 12 x dos metros en espaldera sencilla. El cultivo de maracuyá se dividió en 62 grupos de seis plantas numerados del uno al 62. La selección de los grupos se realizó teniendo en cuenta las tablas de selección al azar. Los primeros siete números se llamaron grupos Tratamiento y los siguientes siete números grupo Control o Testigo.

Los tratamientos de polinización se realizaron en tres días 8,10 y 13 de Julio de 2013, teniendo en cuenta una floración mayor al 10% en fase 3 con estilo totalmente curvo(TC), mínimo de flores 40 y máximo de flores 50 para cada tratamiento.

Los resultados mostraron que los 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.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de maracuyá es una planta que se ha convertido en un fruto de alto consumo en el país y en Santander, permitiendo aumentar la demanda. Es por esto la importancia de mejorar la producción, en toneladas por hectárea, el tamaño del fruto, peso y calidad. La producción en maracuyá está relacionada de forma directa con las características fisiológicas de la flor de maracuyá las cuales son perfectas, hermafroditas y autoincompatibles¹. Las flores permanecen viables sólo el día que abren se cierran en la noche y si no son fertilizadas se secan y se caen². El transporte del polen de una planta a otra debe efectuarse por medio de los insectos, siendo la polinización entomófila la polinización natural más eficiente. La polinización la realizan Insectos como: Himenóptera abejorro carpintero, *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa suspecta*, *Eulaema cingulata*, *Apis mellifera* y avispas de la Familia Scoliidae³.

Como el grano de polen es pesado y pegajoso, hace imposible la polinización por el viento, y por ello depende de la polinización natural de los insectos y casi que exclusivamente del abejorro, los cuales son fuertemente atraídos por los colores de la flor, su vistosidad, su aroma y por la abundancia de néctar y polen⁴. Sin embargo, el abejorro no visita las flores si los nectarios están mojados. Esto sucede en primer lugar cuando llueve y en segundo cuando se realizan controles fitosanitarios fuertes, a lo que se le suma la alta categoría toxicológica de los agroquímicos utilizados en la zona, esta práctica disminuye notablemente la población de los polinizadores antes mencionados, lo que ocasiona problemas en la polinización y fecundación que suelen ser las causas principales de los bajos rendimientos en los cultivos de maracuyá en los Santos.

¹ Akamine & Girolami 1959, Bruckner et al. 1995.

² Cobert & Willmer 1980

³ Camillo 1996, 2003; Ramírez, 2006; Calle *et al.*, 2010.

⁴ Leitão Filho & Aranha 1974, Semir & Brown 1975.

2. JUSTIFICACION

Por inexperiencia o por descuido se disminuyó notablemente la población de los polinizadores naturales en el área de siembra de maracuyá en el municipio de Los Santos, Santander. De ahí nace la necesidad de contar con un método de polinización adecuado para lograr la máxima producción y una mejor calidad en el cultivo de maracuyá en el municipio de Los Santos, lo que nos traslada a buscar soluciones viables y rentables. Es aquí donde las prácticas de polinización artificial o manual se hacen más esenciales. Es necesario adoptar este tipo de alternativas tecnológicas que permitan a los productores de maracuyá de la zona obtener producciones que respondan a la rentabilidad del cultivo. De esta manera, se plantea el uso de la polinización manual o artificial.

Son muy importantes los aspectos relacionados con la polinización artificial o manual en Maracuyá porque el porcentaje de frutos cuajados, el tamaño del mismo, el número de semillas y el rendimiento en jugo está relacionado con el número de granos de polen colocados en los estigmas. La principal causa de la caída de las flores de maracuyá y consecuente reducción de su producción es la falta de polinización, por lo que se ha recomendado la polinización artificial. Con esta actividad se aumenta el número de óvulos fecundados, por consiguiente se producen más semillas, mayor cantidad de jugo y mayor tamaño de los frutos⁵.

⁵ Grisi Jr. (1973).

3. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO

3.1. MARCO DE REFERENCIA.

3.1.1. Origen y Botánica de la Maracuyá.

Esta planta es originaria de la región amazónica del Brasil, de donde fue difundida a Australia, pasando luego a Hawái en 1923. En la actualidad se cultiva en Australia, Nueva Guinea, Sri Lanka, Sud-África, India, Taiwán, Hawái, Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia.

En todo el mundo el maracuyá es también muy conocido como fruto de la pasión, no por ser un afrodisiaco o tener alguna propiedad parecida a ello, sino que su flor contiene los símbolos de la Pasión de Cristo, teniendo entonces un origen religioso esta designación. La flor del maracuyá, flor de las cinco yagas, flor passionis o flor de la pasión simboliza en los estigmas los tres clavos de la cruz, en los estambres las cinco heridas y en los filamentos la corona de espinas, los cinco sépalos y cinco pétalos representan los 10 apóstoles presentes en el martirio, los zarcillos axilares como las cuerdas de los azotes, mientras que la forma del fruto se refiere al mundo que se iba a redimir

Otra de las posibles explicaciones del origen del nombre maracuyá es que los indígenas de Brasil llamaron la fruta "maraú-ya", que proviene de fruto "marahu", que a su vez viene de "ma-râ-ú" que significa "cosa que se come de sorbo", por lo que la unión de las dos palabras significa "fruto que se come de un sorbo"; al conocerla los colonizadores, la palabra se degeneró llegando a la que hoy conocemos; maracujá (en portugués) o maracuyá (en español).

La maracuyá pertenece a la misma familia (Passifloraceae) de la Curuba (*P. mollisima*), de la badea (*P. quadrangularis*), y de la granadilla (*P. ligularis*), a las que se parece en su hábito de vegetativo y flor.

En el mundo existe un sinnúmero de nombres para esta planta como parcha o parchita en Puerto Rico, Venezuela y algunas regiones de Colombia; ceibey en Cuba, lilikoi en Hawái; couzou, gredille, barbadine y friut de la passion en Francia; passion fruit en países de habla inglesa; Maracuja y Passionsfrucht en alemán.

3.1.2. Regiones Productoras de Maracuyá en Colombia.

El género *Passiflora* es el más importante dentro de la familia *Passifloraceae*, tanto por el número de especies (530) como por su importancia económica. Este género presenta una distribución principalmente neo tropical (Ulmer y Mac Dougal, 2004) cuyo centro de diversificación son los Andes de Colombia y Ecuador. En Colombia se registran 162 especies, que se distribuyen desde el nivel del mar hasta los subpáramos y desde el bosque pluvial hasta las zonas semiáridas de la Guajira⁶. Sin embargo, la región Andina concentra la mayor diversidad con el 81% de las especies⁷.

En la actualidad, la maracuyá se encuentra distribuida en todo el país, de los 26 departamentos un total de 14 cultiva la maracuyá. Las principales zonas productoras por su volumen se encuentran en los departamentos del Valle del Cauca, Huila, Caldas, Quindío, Risaralda, Antioquia, Cundinamarca, Santander y Tolima.

En algunos departamentos como Caldas y Risaralda, ubicados en la zona baja cafetera, ha sido posible introducir el maracuyá como alternativa para el café. Esta zona cuenta además con algunas ventajas sobre otras regiones para la producción del maracuyá, como una gran abundancia de bambú que sirve como

⁶ (Escobar, 1988)

⁷ (Ocampo *et al.*, 2007)

tutor en las plantaciones y la presencia de la abeja carpintera o abejorro negro como polinizador natural.

3.1.3. Evolución de la Productividad

En Colombia, el 90% de los productores de frutas son pequeños con un bajo nivel tecnológico. Desde los años 80 existe una tendencia hacia una mayor tecnificación de la producción atendiendo a las recomendaciones hechas sobre todo por el ICA. No obstante, los rendimientos se ubican todavía muy por debajo de su potencial identificado y el aumento de la producción se debe todavía más a la extensión de la superficie que al incremento de los rendimientos. Los precios de la fruta están integrados a las características organolépticas (color, sabor, calidad, tamaño)⁸.

3.2. MARCO DE ANTECEDENTES

3.2.1. Efectos de la Polinización Manual en la Maracuyá

El rendimiento de algunas cosechas está disminuyendo como resultado de polinizadores insuficientes y muchos especialistas, agrónomos y plantadores de árboles frutales están inquietos acerca de los bruscos declives en el número de abejas en años recientes. Sin embargo, la escasez de datos fundados continúa siendo un importante factor limitante en cuanto a presentar un caso firme para la conservación de las poblaciones de polinizadores y uso de alternativas culturales que permitan aumentar los porcentajes de polinización. Es necesario que se cuente con pruebas convincentes para aplicar los cambios correspondientes en

⁸ (La Producción y el Mercado Mundial de la Maracuyá. Manuel Angel Gómez Cruz)

las políticas relacionadas a la conservación del ambiente, al servicio que prestan los polinizadores y la aplicación de técnicas de polinización artificial⁹.

La polinización manual es necesaria por cuanto la planta del maracuyá no es autocompatible o autopolinizable, por lo que se debe cruzar el polen de una planta con el de otra para obtener la mayor cantidad posible de frutos. Además, los agricultores no pueden atenerse a la polinización por medios naturales, porque las abejas que normalmente llegan son de dos tipos: las productoras de miel, que por su tamaño solo pueden polinizar flores pequeñas y de las cuales el fruto resultante va a ser también pequeño, y las trigonas, de color negro, que dañan las flores. Los insectos ideales por su gran tamaño para polinizar estas flores serían los abejorros, chiquisá o bombus; sin embargo, estos no aparecen siempre, por lo que se obtienen mejores resultados si los productores aprenden a polinizar y de esa manera se garantiza una buena producción¹⁰.

La Polinización manual o artificial de la maracuyá (*Pasiflora edulis*) es una técnica que permite complementar la labor de los polinizadores o sustituirla en el caso de que estén ausentes en el cultivo. La necesidad de contar con un polinizador adecuado para lograr la máxima producción y frutos de buena calidad en este cultivo traslada al productor a buscar soluciones cuando por inexperiencia o por descuido eliminan a los polinizadores naturales. Una experiencia real aquí mencionada describe como se realizó la polinización manual en maracuyá.

En Venezuela, en un pueblo del estado Guárico llamado Altagracia de Orituco, en ese lugar se logró establecer una siembra de aproximadamente 15 hectáreas de maracuyá, todas con un alto grado de tecnología con la cual se esperaba obtener los mejores rendimientos, sin embargo apareció un factor con el cual no se contaba, desaparecieron los polinizadores. La razón, el uso inadecuado de agroquímicos, el productor se dejó llevar por recomendaciones de inexpertos y le

⁹ (CBD, 2001).

¹⁰ (MsC. Aristides)

sugirieron que aplicase un producto para el control de una verdadera plaga, “el chinche de la maracuyá”, en consecuencia, por la alta susceptibilidad al producto y por no ser éste específico, desaparecieron todos los abejorros de su finca y se quedó sin producción en ese ciclo.

Aplico la técnica de la Polinización manual, porque la polinización entomófila o natural se encontraba por debajo del 40%, y de alguna manera había que revertir el daño causado, hasta restablecer la población natural de los polinizadores, lográndose incrementar la efectividad el 94%¹¹.

Otros estudios indican que el éxito del cultivo de la maracuyá (*Pasiflora edulis*) depende estrechamente de la polinización la cual presenta particularidades como la necesidad del polinizador eficiente, genética de las planta, horas de la apertura de los órganos sexuales y condiciones adecuadas de clima. Los aspectos más relevantes de la maracuyá aún no se desarrollan con firmeza en las condiciones de manejo actual, debido a la poca importancia que se le ha dado al cultivo aun conociendo que la pulpa suministra ácido ascórbico, precursor de vitaminas y que la cáscara contiene altos valores de pectina.

Dada la importancia de los dos factores antes mencionados (ácido ascórbico y pectina), estos se pueden relacionar con la polinización, que si no ocurre de forma adecuada, la cantidad de pulpa no será la que comercialmente se requiera y la cáscara no tendrá la conformación adecuada para ser aprovechada en la producción de pectinas. Por esto se debe hacer énfasis en que la polinización se dé en el momento adecuado y en las condiciones adecuadas¹².

La principal causa de la caída de las flores de maracuyá y consecuente reducción de su producción es la falta de polinización, por lo que se ha recomendado la polinización artificial. Con esa práctica Grisi Jr. (1973) obtuvo eficiencia de 78,96% en comparación al 12% obtenido en la polinización natural. Según Akamine &

¹¹ (MsC. Arístides Campos)

¹² (Viquez y Carlos Luis Loría Quirós, de la Estación Experimental Agrícola “Fabio Baudrit Moreno” (EEFBM).

Girolami (1959), la formación de los frutos provenientes de la polinización natural por insectos es bajo, en comparación al obtenido con la polinización manual o artificial. Por lo tanto, la polinización manual o artificial es de gran importancia en las plantaciones de maracuyá; principalmente, en áreas donde hay baja densidad poblacional de insectos polinizadores y en plantaciones muy extensas, ya que por su dimensión, dificulta la eficiencia de los polinizadores en los período de gran floración.

Bajo las condiciones de varios estudios, concluyen que la deformidad de los frutos de maracuyá y por lo tanto su baja calidad comercial, se debe a deficiencias en la polinización. Esta deficiencia en la polinización provoca una falta de desarrollo de la semilla, la cual es una estructura importante en el desarrollo del fruto¹³.

Muchas especies de pasifloras son autoincompatibles y requieren de agentes polinizadores. May y Spears, 1988, demostraron que no hay fructificación en *P. incarnata* cuando se restringe la visita de polinizadores. Lo mismo demostró Snow, 1982, en *P. vitifolia*, Garcia y Hoc, 1998, en *P. mooreana* y Varassin, 2001, en *P. alata*, *P. galbana*, *P. mucronata* y *P. speciosa*. Especies como *P. suberosa* y *P. capsularis* (Koschnitzke y Sazima, 1997) y *P. foetida* (Garcia y Hoc, 1998) mostraron autocompatibilidad y en menor grado *P. caerulea* (García y Hoc, 1998).

3.2.2. Polinización de Pasifloráceas

Un fruto puede desarrollar hasta 350 semillas. Si menos de 100 óvulos se desarrollan en semillas es probable que el fruto sea hueco, liviano y con poco jugoso. La calidad y el tamaño de los frutos dependen de la eficiencia de la polinización. Estudios realizados concluyeron que se requieren aproximadamente siete *Xylocopas* en actividad por hectárea de cultivo para un índice promedio de

¹³ Corbet y Willmer (1980).

fructificación de 45%. Las flores deben ser polinizadas por agentes vectores o polinización asistida¹⁴.

La caída de flores en maracuyá por falta de polinización ha sido observada en Hawái (AKAMINE y GIROLAMI, 1959), Kenia (GACHANJA y GURNAH, 1980), Brasil (GRISI-JUNIOR, 1973) y Venezuela (HADDAD y MILLAN, 1975).

Cuando las flores abren son fragantes y el néctar se secreta en una estría en la base del ginoporo; el polen es pesado y pegajoso. Esto, en conjunto con la posición de las anteras cuando el polen es expuesto y los estigmas tienen una posición adecuada para recibir el polen, indica que las flores están adaptadas para ser polinizadas (Free 1993). Esto se ha confirmado en estudios en los cuales se colocan las plantas en jaulas y se evita el acceso de los insectos, lo cual impide la fructificación (Akaminey Girolami 1957).

En Hawái, Nishida (1958) encontró que, en dos lugares, flores que se habían embolsado y polinizado a mano, tenían un mismo porcentaje de fructificación que aquellas que se habían dejado sin embolsar. Sin embargo, en otros dos lugares, las flores embolsadas y polinizadas a mano fructificaron mejor que aquellas sin embolsar y polinizar, lo cual indicaba que los insectos de esas localidades eran muy pocos.

La tendencia en Passifloraceas está a favor de la polinización cruzada (Knight & Winters 1962). Janzen (1968) infirió que esto ocurre como consecuencia de la organización de las partes florales. De acuerdo con Vanderplank (1996), el polen de la mayoría de las especies madura hasta el mediodía, pero el estigma es receptivo desde que se abre la flor. *Passiflora vitifolia*, una de las especies usadas en este trabajo en los cruzamientos, es autoincompatible (East 1940, Snow 1982).

¹⁴ (Estudios controlados de polinización en la Facultad de Agronomía de Jaboticabal, Sao Paulo, Brasil.)

La flor característica de *Passiflora* tiene un mecanismo que promueve la polinización cruzada por medio del movimiento alterno de las anteras y los estigmas. (Janzen (1968) y Sazima & Sazima 1978)

Master (1871) describió brevemente el comportamiento floral de *Passiflora* en contra de la autopolinización. Sazima & Sazima (1978) informan que al abrirse las flores de *P. mucronata*, las superficies estigmáticas son opacas y sin ninguna secreción, pero al final del movimiento de las anteras y los estigmas, éstos están cubiertos por una secreción pegajosa. Amela-García & Hoc (1998) informan que en *P. foetida* los estigmas están receptivos durante toda la antesis.

El género *Passiflora*, así como otras plantas que generalmente tienen polinización cruzada, posee características morfológicas y fisiológicas que la promocionan o demandan; por ej., heterostilia, autoincompatibilidad y protandria, movimiento alterno de anteras y estigmas, así como presencia o ausencia de aromas atrayentes, diferentes colores y exposición o no del androginóforo. (Baker & Hurd 1968)

3.3. MARCO TEORICO.

3.3.1. Flores de Frutales Tropicales

Las flores de los frutales tropicales tienen una forma variada, algunas con solamente tres pétalos y numerosas anteras (*Annona spp.*), otras con un gran número de pétalos y anteras (*Passifloraceae*). Algunas flores tienen varios estigmas y estilos, dando lugar a una fruta con varias semillas (*Annonaceae*), otras tienen únicamente un estigma y estilo y, en consecuencia, frutas con una sola semilla (aguacate, mango).

Casi todas las especies de frutales tropicales necesitan ser polinizadas. Los frutos de aquellas flores que no han sido fertilizadas caen, o las flores que no han sido fertilizadas adecuadamente son deformes.

3.3.2. Polinización y Productividad

La cantidad y la calidad de una cosecha se encuentran limitadas por múltiples factores. La falta de agua o nutrientes y la incidencia de plagas o malezas pueden reducir el número y tamaño de las frutillas cosechadas. Otro factor que condiciona el rendimiento de las cosechas es la polinización, que es la transferencia de polen de los órganos masculinos de la flor a los femeninos, lo que hace posible la formación de frutos y semillas. En muchos casos la polinización es el resultado de la actividad de animales polinizadores como abejas, abejorros y colibríes, cuya ausencia o escasez también puede limitar el rendimiento de ciertos cultivos.

3.3.3. Polinización y la Agricultura

En agricultura, la mayoría de los cultivos, por ejemplo los cereales, son anemófilos, es decir polinizados por el viento o son autógamos (autopolinizados). Aproximadamente el 30% de los cultivos agrícolas del mundo (por ejemplo, muchos frutos y hortalizas) dependen de la polinización realizada por insectos y otros animales.

Es un error creer que la polinización es un servicio ecológico gratuito de la naturaleza. Una polinización efectiva necesita algunos recursos, por ejemplo refugios de vegetación natural primitiva y hábitats adecuados para los polinizadores. Cuando éstos se reducen o se pierden, se limita la actividad de los

polinizadores y se necesitan prácticas de gestión adaptable para mantener los medios de subsistencia.

En efecto, en todo el mundo la diversidad agrícola y del agro ecosistema afronta el peligro de que las poblaciones de polinizadores estén disminuyendo. Los principales causantes de este problema son la fragmentación de los hábitats, las sustancias químicas agrícolas e industriales, los parásitos y las enfermedades, así como la introducción de especies exóticas.

La polinización puede ser tan importante para la producción como el agua o los fertilizantes agrícolas. A pesar de las mejorías alcanzadas con el uso de los cultivares y de la irrigación, la polinización puede ser el factor limitante de la calidad y cantidad de la cosecha. Se conocen muy bien las condiciones de polinización de las principales cosechas de las zonas templadas. En los países de agricultura industrializada, el uso de las abejas para la polinización y el uso de técnicas manuales de polinización se han incrementado enormemente durante el siglo XX y se ha vuelto una parte integrante de la producción agrícola. En las zonas tropicales, las investigaciones sobre las condiciones de polinización en las cosechas han sido muy reducidas¹⁵.

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 una cosecha está floreciendo, sin embargo disminuyen la capacidad de la población de insectos locales de polinizar adecuadamente. La tendencia a concentrar cultivos particulares en ciertas áreas intensifica esta situación porque, cuando la mayoría del cultivo no ha florecido aún, serán necesarias otras fuentes de sustento para los insectos. En países de clima templado, los monocultivos en grande escala han incrementado la necesidad de la polinización, sin embargo han disminuido las poblaciones de polinizadores naturales.

¹⁵ (Fao.org, Las abejas son los diligentes polinizadores de las frutas y cultivos).

El incremento del monocultivo en las zonas tropicales significa que la floración será más concentrada, necesitando grandes poblaciones de polinizadores en períodos de tiempo más breves. Sin embargo, las fuentes de polen que permiten la polinización cruzada existen en estado natural en pequeñas fincas mixtas, y es necesario echar a andar disposiciones especiales para la polinización de las cosechas en las grandes extensiones de monocultivos (Free, 1999).

3.3.4. Concepto General de Polinización

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. Cuando el polen pasa del estambre al estigma de la misma flor, se habla de autopolinización o autogamia; la polinización cruzada o alogamia es el paso del polen de los estambres de una flor a otra de la misma planta (*geitonogamia*) o de una planta distinta de la misma especie (*xenogamia*).

De estas dos formas de fecundación, la autopolinización es la más sencilla y segura, en particular para las numerosas especies que colonizan el territorio repitiendo muchas veces una misma estirpe parental. Pero estas especies que producen una descendencia siempre uniforme corren el riesgo de sufrir el exterminio de toda su población por un único azar evolutivo. La polinización cruzada produce una descendencia más variada y mejor equipada para afrontar los cambios del medio. Asimismo, las plantas que se reproducen a través de polinización cruzada suelen producir semillas de mejor calidad.

Las ventajas de la polinización cruzada son tan grandes que las plantas han formado, a lo largo de la evolución, refinados mecanismos para evitar la autopolinización y lograr el transporte del polen a otros individuos alejados.

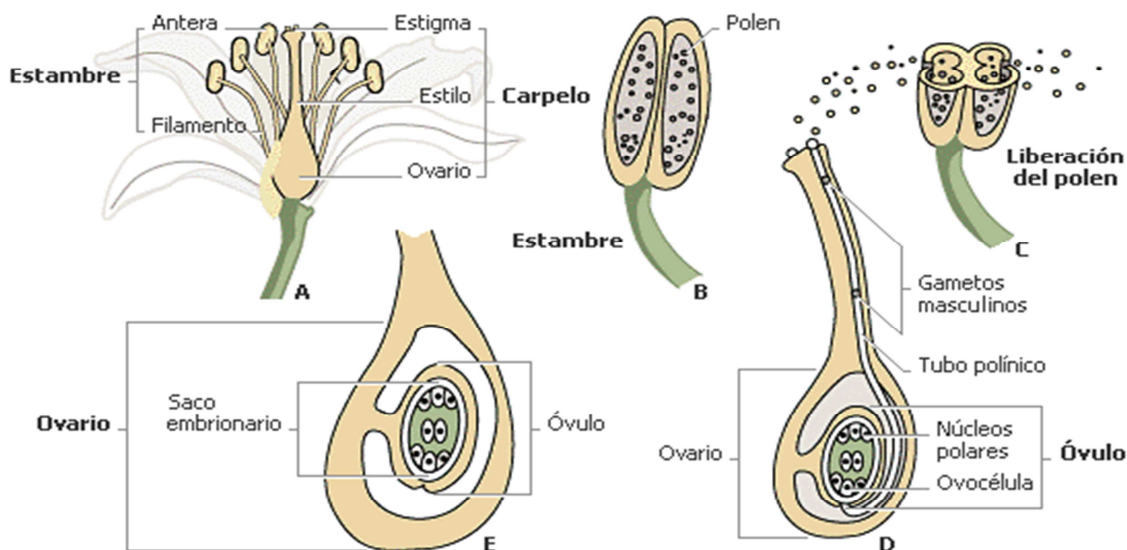
Muchos vegetales evitan la autopolinización sintetizando compuestos químicos que impiden la maduración del grano del polen en el estigma de la misma flor o la emisión del tubo polínico en el estilo. Otras especies, como la palmera datilera o ciertos frutales, son dioicas, y cada individuo forma sólo flores masculinas o femeninas. En las llamadas dicógamas, el pistilo madura antes o después de que el estigma de la misma flor sea receptivo.

Las flores contienen las estructuras necesarias para la reproducción sexual. La parte masculina es el estambre, formado por el filamento y la antera. La parte femenina, el carpelo, incluye el estigma, que recoge el polen; el ovario que contiene el óvulo; y el estilo, un tubo que conecta el estigma con el ovario (A). El polen es producido en la antera (B) y cuando está maduro es liberado (C). Cada grano de polen contiene dos gametos masculinos.

Cuando tiene lugar la autopolinización el polen llega al estigma de la misma flor, pero en las plantas con polinización cruzada (la mayoría) el polen es transportado por el aire, el agua, los insectos o pequeños animales hasta una flor distinta. Si el polen alcanza el estigma de una flor de la misma especie, se forma un tubo polínico que crece hacia abajo por el estilo y transporta los gametos masculinos hasta el óvulo (D).

Dentro del saco embrionario del óvulo, un gameto masculino fecunda la ovocélula y forma un cigoto que da lugar al embrión. El segundo gameto masculino se une a dos células del saco embrionario llamadas núcleos polares para formar el endospermo nutritivo que rodea el embrión de la semilla (E).

Imagen 1 Partes de la flor y Proceso Polinización



Fuente. Helbert Salinas – Guía Técnica para el Cultivo de Maracuyá

3.4. MARCO CONCEPTUAL

3.4.1. Clasificación Taxonómica de la Maracuyá¹⁶

División:	Espermatofita
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledonea
Subclase:	Arquiclamidea
Orden:	Perietales
Suborden:	Flacourtinae
Familia:	Plassifloraceae
Género:	<i>Passiflora</i>
Especie:	<i>Edulis</i>

¹⁶ GUTIÉRREZ, Op. cit. p. 78. PASTASTICO, OP. Cit. p. 45. ZAPATA, Óp. cit. p. 93.

3.4.2. Manejo Agronómico del Cultivo de Maracuyá

3.4.2.1. Suelo y Fertilización

Se trabajó con la siguiente tabla de fertilización según análisis de suelos.

Cuadro N.1 Programa de Fertilización

EPOCA DE APLICACIÓN	PRODUCTO	CANTIDAD (g/planta)
A la siembra	Fórmula 18-46-0	100
1-3 m.d.t.	Fórmula 18-46-0	100
4-8 m.d.t.	Fórmula 15-15-15	75
	Fórmula 0-0-60	50
9-10 m.d.t.	Sulfato de amonio	100
11-14 m.d.t.	Fórmula 15-15-15	75
	Fórmula 0-0-60	50
15-16 m.d.t.	Sulfato de amonio	100
18-22 m.d.t.	Fórmula 15-15-15	100
	Fórmula 0-0-60	50

mdt: meses después del trasplante .

Fuente Autor

3.4.2.2. Siembra.

La siembra se hace por trasplante, a un hueco previamente acondicionado con materia orgánica 500 gramos y cal dolomita 300 gramos.

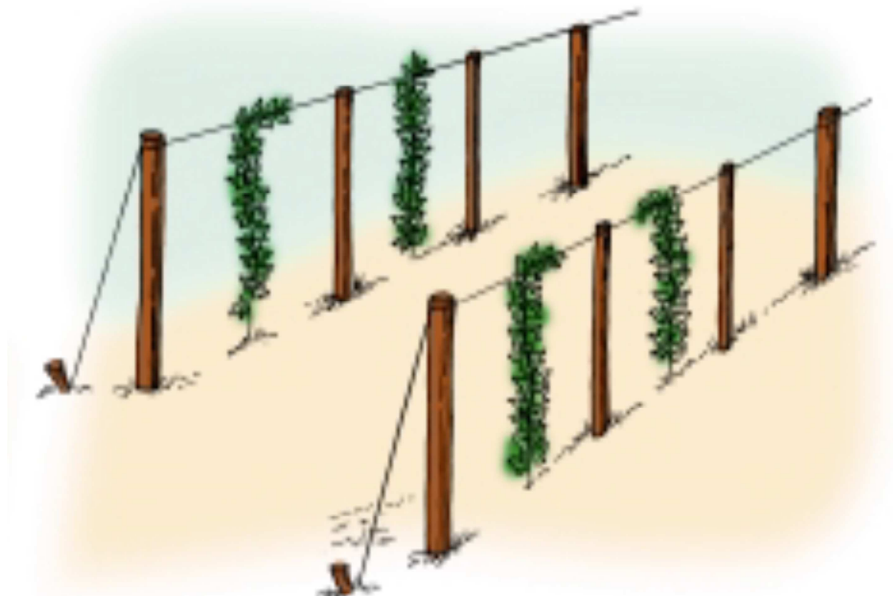
3.4.2.3. Densidad de siembra.

Las plantas están sembradas a 12 metros entre plantas por dos metros entre surcos, para una densidad por hectárea de 416 plantas. Los surcos están orientados a curvas de nivel orientados norte-sur.

3.4.3. Sistema de Siembra.

El sistema utilizado es el de espaldera sencilla que permite realizar mejor las labores culturales, aplicaciones y recolección.

Imagen N.2 Espaldera Sencilla



Fuente. Rafael Angulo. Maracuyá (*Pasiflora edulis*) Botánica, Semilla y Propagación

3.4.3.1. Riego

El riego se suministró dos a tres veces por semana aplicando de seis a ocho litros por planta con manguera. En caso de presentarse lluvias dependiendo los mm de precipitación se suspendía el agua riego por el tiempo necesario.

3.4.3.2. MIPE del Cultivo

Cuadro N.2 Manejo Integrado de Plagas y enfermedades en la maracuyá

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN MORA			
PROBLEMA	AGENTE CAUSAL	CONTROL	DESCRIPCIÓN
ENFERMEDADES			
Antracnosis	<i>Colletotichum sp</i>	<i>Cultural</i>	<i>Podas sanitarias, y recolección de frutos y ramas afectadas de forma oportuna. Fertilización Balanceada.</i>
		<i>Químico</i>	<i>Nativo-Derosal</i>
		<i>Orgánico</i>	<i>Basillus subtilun</i>
Roña	<i>Oidium sp, Cercospora</i>	<i>Cultural</i>	<i>Podas sanitarias, y recolección de frutos y ramas afectadas de forma oportuna. Fertilización balanceada.</i>
		<i>Químico</i>	<i>Bayfidan-Nativo- Aspen</i>
		<i>Orgánico</i>	<i>Bactox- Basillus subtilun</i>
Marchitez y pudrición de Raíces	<i>Verticillium, Fusarium, Pythium</i>	<i>Cultural</i>	<i>Mantener buen estado del plato, Libre de malezas. No hacer heridas a las raíces y cepas con las herramientas .Usar abonos orgánicos bien descompuestos.</i>
		<i>Biológico</i>	<i>Trichoderma, Penicillium</i>
		<i>Químico</i>	<i>Prevalor</i>

Pudrición del fruto y flores	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cultural</i>	<i>Podas oportunas, recolección de frutos afectados. Nutrición balanceada y periódica. Control oportuno y periódico de malezas</i>
		<i>Biológico</i>	<i>Bactox- Basillus subtilun</i>
		<i>Químico</i>	<i>Siganex-Rovral-Calidan-Cabo</i>
PLAGAS			
Pulgones	<i>Aphis sp, Myzus</i>	<i>Cultural</i>	<i>Hacer monitoreo de plagas. Evitar aplicaciones periódicas. El control químico se realiza siempre y cuando la población supere umbral de daño</i>
		<i>Biológico</i>	
		<i>Químico</i>	<i>Proteus-Brigada</i>
Mosca de la fruta	<i>Anastrepha</i>	<i>Cultural</i>	<i>Cosechar oportunamente las fruta, Hacer oportuna la recolección de frutos maduros.</i>
		<i>Biológico*</i>	<i>Trampas y proteínas hidrolizada</i>
		<i>Químico</i>	<i>Brigada-Proteus</i>
Arañita Roja	<i>Tetranychus</i>	<i>Cultural</i>	<i>Hacer monitoreo de plagas. Evitar aplicaciones periódicas. El control químico se realiza siempre y cuando la población supere umbral de daño*</i>
		<i>Biológico*</i>	
		<i>Químico</i>	<i>Oberon</i>

Trips	<i>Frankliniella</i>	<i>Cultural</i>	<i>Hacer monitoreo de plagas. Evitar aplicaciones periódicas. El control químico se realiza siempre y cuando la población supere umbral de daño</i>
		<i>Biológico*</i>	
		<i>Químico</i>	<i>Regent -Confidor</i>
Nematodos		<i>Cultural</i>	<i>Utilizar material sano para la siembra, Incorporar materia orgánica al suelo</i>
		<i>Biológico</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
		<i>Químico</i>	<i>Rugby</i>

Fuente. Autor

*Las dosis y o tratamientos las determino el técnico teniendo en cuenta: el umbral de daño, ingrediente activo, mecanismo de control, el equipo y medio del control.

3.4.3.3. Ciclo Vegetativo de la Maracuyá

El ciclo vegetativo en condiciones de Los Santos Santander es de 18 meses, de los cuales se distribuyen así:

- Siembra a floración: 150 días (seis meses)
- Período de producción: 420 días (14 meses) Cada cosecha grande tiene una duración de dos meses, intercaladas con dos cosechas pequeñas de cuatro meses. Las cosechas coinciden con los meses secos. Los períodos de lluvias inducen la floración.

- Vida útil de la plantación. La plantación normalmente tiene una vida útil de 16 a 18 meses y si se maneja adecuadamente puede ser hasta los 24 meses.

3.4.4. Las Flores de la Maracuyá

Son perfectas (hermafroditas) y auto incompatibles¹⁷. Es decir que no se auto fecundan, solitarias, axilares, sostenidas por tres grandes brácteas verdes que se asemejan a hojas, las flores están formadas por tres sépalos de color blanco verdoso, cinco pétalos blancos y una corona formada por un abanico de filamentos que irradian hacia fuera cuya base es de un color púrpura, estos filamentos tienen la función de atraer a los insectos polinizadores¹⁸.

El androceo: la parte masculina está formada por cinco estambres con anteras grandes, donde se encuentran los granos de polen que son amarillos, pesados y pegajosos, las anteras maduran antes que los estigmas, a eso se le llama dicogamia protándrica, el polen tiene una fertilidad del 70%.

El gineceo: La parte femenina está formado por un ovario tricarpelar, unilocular y multiovulado, con estigmas tripartidos o cuatripartidos sostenido por un estilo, el grado de curvatura del estilo al momento de la antesis da origen a tres tipos de flores de acuerdo a la curvatura, estos tres tipos son: flor con estilo sin curvatura (S. C.), flor con estilo parcialmente curvo (P. C.) y flor con estilo totalmente curvo (T. C.)

3.4.5. Fenología floral.¹⁹

Las flores de la maracuyá son diurnas, presentaron antesis entre las 13 y las 15 horas.

¹⁷ (Akamine & Girolami 1959, Bruckner *et al.* 1995)

¹⁸ (Leitão Filho & Aranha 1974, Semir & Brown 1975).

¹⁹ Floral and reproductive biology of the *Passiflora edulis* (Catalina Ángel-Coca)

3.4.5.1. Fase F0: Pre-antesis

El gineceo, el androceo, la corona, y la corola se encuentran totalmente cubiertos por el cáliz. En esta fase los sépalos convergen hacia el centro de la flor prácticamente tocándose por su margen, la distancia entre los procesos unifaciales entre sépalos opuestos está en el rango entre 0 y 1.7 cm. Las estructuras reproductivas no son visibles.

3.4.5.2. Fase F1: Flor femenina con hercogamia

Esta fase tiene una duración de 29 minutos (± 9), la flor inicia su apertura, la distancia entre los procesos unifaciales de los sépalos se incrementa paulatina y continuamente dejando a las estructuras reproductivas completamente expuestas al medio externo. Inicialmente los estilos están erectos y las anteras introrsas con la dehiscencia orientada hacia arriba, posteriormente esta orientación cambia 180° y la dehiscencia de las anteras queda orientada hacia la base de la flor. Los estilos a partir de una posición erecta en la cual forman un ángulo de 90° con respecto al plano de la corona, empiezan a inclinarse hasta alcanzar un ángulo aproximado de 40° . Durante esta fase la flor es funcionalmente femenina y las anteras están indehiscentes. La fase termina cuando los sépalos alcanzan un ángulo de cero grados con respecto al plano de la corona.

3.4.5.3. Fase F2: Flor homógama con hercogamia ²⁰

Esta fase tiene una duración de 182 minutos (± 35) en la cual la flor alcanza su máxima apertura. Los estigmas continúan receptivos y los estilos continúan descendiendo; las anteras comienzan la donación de polen, el cual en su mayoría es viable (96%). La corona floral se extiende en un plano horizontal mientras que

²⁰ Floral and reproductive biology of the *Passiflora edulis* (Catalina Ángel-Coca)

los pétalos y los sépalos se reflejan acercándose al pedicelo, este último fenómeno aumenta la separación espacial entre los verticilos estériles y la corona. Esta fase floral es homógama y presenta hercogamia, con una separación espacial entre estigmas y anteras.

3.4.5.4. Fase F3: Flor homógama sin hercogamia

Esta fase tiene una duración de 1.039 minutos (± 89); la hercogamia desaparece, los estigmas forman un ángulo de cero grados con respecto al plano de la corona y la distancia vertical entre estigmas y anteras es cero. De este modo los estigmas y las anteras toman la misma ubicación espacial, quedando orientados en el mismo plano e intercalados. Después de este momento se observó que en algunas flores los estigmas regresan a la posición erecta inicial. La fase femenina y masculina se presentan simultáneamente, pues el estigma continua receptivo y el polen está disponible y viable. Hacia el final de la fase los sépalos comienzan a subir nuevamente hasta quedar en el plano horizontal de la corona.

3.4.5.5. Fase F4: Flor senescente

Esta fase se caracteriza por el inicio de la senescencia floral, la cual se evidencia en el cierre de la flor, y por las señales de marchitamiento de los pétalos, los cuales se amarillan levemente. Los sépalos y los pétalos retornan a una posición erecta, manteniendo un ángulo positivo con relación al plano de la corona; los estigmas pueden quedar erectos o recurvados hacia abajo. A pesar de este proceso de marchitamiento floral la receptividad del estigma y la viabilidad del polen se mantienen. Las estructuras reproductivas están disponibles a los polinizadores por un corto tiempo, debido a que el cierre de la flor va impidiendo la entrada de los mismos.

3.4.6. Receptividad Estigmática.

Los estigmas están receptivos desde la apertura floral hasta el cierre. Hay formación de tubos polínicos en todas las fases, aunque hay una mayor formación de frutos en las fases 2 y 3²¹. Las plantas inician su periodo de floración desde los 5 a 6 meses después del trasplante definitivo al sitio definitivo de siembra.

Flor con estilo Sin Curvatura (S.C.): Los estigmas están unidos formando un ángulo aproximado de 90° con relación a las anteras. Se presenta en la planta con una frecuencia de 7% en promedio y no todas las plantas presentan este tipo de flor la cual además es indeseable por ser estéril el órgano femenino (hembra esterilidad), si el polen es llevado a la flor de otra planta se comprueba que este es viable, no así el ovario ya que aunque sea polinizado artificialmente con polen de otra planta no ocurre la fecundación.

Flor con estilo Parcialmente Curvo (P.C.): Los estigmas se encuentran arriba de las anteras formando con ellas un ángulo de 45°, este tipo de flor se presenta con una frecuencia de 8% en promedio en cada planta, debido a la distancia entre los estigmas y las anteras se dificulta la polinización cruzada, el porcentaje de fructificación de estas flores es del 13%.²²

Flor con estilo Totalmente Curvo (T.C.). En estas los estigmas se encuentran debajo de las anteras, lo cual facilita la polinización cruzada, estas flores representan entre el 85% en promedio del tipo de flores producidas por una planta, y dan un porcentaje de fructificación de 45%

²¹ CORBET, S.A. & P.G. WILLMER. 1980. Pollination of the yellow passion fruit: Nectar, pollen and carpenter bees. *Journal of Agricultural Science* 95: 655-666.

²² (Akamine et al. 1954,) ,citados por Aguiar-Menezes 2002

Imagen N.3 Tipos de Flor según la orientación de los estigmas



SC

PC

TC

Fuente. Autor

3.4.7. Fenología de la Formación de los Frutos.

La formación de los frutos se inicia con apertura de la flor de la maracuyá, las flores se abren entre las 13 y las 15 horas, permaneciendo abiertas hasta las 18 horas.

Al inicio de la apertura de la flor los estigmas se encuentran en la parte superior de la flor y a medida que se abre la flor descienden hasta colocarse a nivel de las anteras, dependiendo del tipo de curvatura de los mismos. Una vez la flor es polinizada, los estigmas se curvan nuevamente hacia arriba y se cierra la flor, El proceso de re curvatura requiere de aproximadamente una hora posteriormente se secan los estigmas y las anteras y se inicia el crecimiento del ovario²³. La fecundación se realiza ocho a nueve horas después de la polinización. El desarrollo del fruto se hace evidente 24 horas después de la fecundación. El fruto alcanza su máximo desarrollo a los 18 días después de fecundado y su maduración comercial entre 50 y 60 días²⁴.

²³ (Garcés y Saldarriaga, s.f)

²⁴ (Garcés y Saldarriaga, s.f)

3.4.8. El Fruto de Maracuyá.²⁵

El fruto es una baya de 230 gramos de peso en promedio, globosa u ovoide con un diámetro de 4-8 cm. y 6-8 cm. de largo, la base y el ápice son redondeados, la corteza es de color amarillo, de consistencia dura, lisa y cerosa, de unos 3 mm. de espesor, el pericarpio es grueso, conteniendo de 200-300 semillas, cada una rodeada de un arilo (membrana mucilaginosa) o pulpa que contiene un jugo aromático ácido de color amarillo clara o naranja intenso.

El fruto alcanza su madurez después de 60-70 días de haber sido polinizado, cuando alcanza su madurez se desprende de la planta cosechándose del suelo, con la dulzura que se colecta así llega a su madurez total, cambiando únicamente el color de la cáscara.

3.4.9. Semilla de Maracuyá

Es de color casi negro a marrón oscuro, la semilla es de forma acorazonada, su superficie es irregular con huecos a manera de grivas, cada semilla es un ovario fecundado por un grano de polen, por lo que el número de semillas, el peso del fruto y la producción de jugo están correlacionados con el número de granos de polen depositados sobre los estigmas, dicho número no debe ser menor de 190.

²⁵ (Garcés y Saldarriaga, s.f)

3.4.10. La Polinización en Maracuyá.

Por su autoincompatibilidad la polinización del maracuyá es cruzada, el transporte del polen de una planta a otra debe efectuarse por medio de los insectos, siendo la polinización entomófila la más eficiente, debido al tamaño, vistosidad, aroma, color y con abundante néctar y polen que las hace muy atractivas para los insectos polinizadores.

3.4.10.1. Polinización Natural en la Maracuyá.

En la determinación de los tipos de flor se encontró que hay tres tipos de flores de acuerdo a la curvatura del estilo: totalmente curvado TC 74%, parcialmente curvado PC 12% y con el estilo recto SC 14. Los dos primeros tipos de flores es decir el 86% son eficientemente polinizados por los insectos Como: Himenóptera abejorro carpintero (*Xilocopa spp*), avispas *Polistes Sp*, y la abeja melífera común *Apis mellifera*, y aves como el colibrí.²⁶

Como el grano de polen es pesado y pegajoso, hace imposible la polinización por el viento, y por ello depende de la polinización natural de los insectos y casi que exclusivamente del abejorro, los cuales son fuertemente atraídos por los colores de la flor, su vistosidad, su aroma y por la abundancia de néctar y polen. Sin embargo, el abejorro no visita las flores si los nectarios están mojados. Si cae una lluvia media hora después de realizada la polinización, no hay cuajamiento del fruto; pero si ocurre dos horas después, no se presenta disminución.

²⁶SALINAS Abadía. Guía Técnica para el Cultivo de Maracuyá, Polinización en Maracuyá

3.4.10.2. Polinización Artificial o Manual en Maracuyá.

Se realiza pasando dos dedos sobre las anteras de varias flores y se lleva a las flores de otras plantas haciendo un movimiento circulatorio de los dedos sobre el estigma de la flor receptora, con esta actividad se aumenta el tamaño de los frutos, tienen más semillas y por consiguiente más jugo y peso de fruto.

Pasos para efectuar la polinización artificial en Maracuyá,

- Primero se recoge polen de flores abiertas de otras plantas.
- Se lleva el polen a flores abiertas de otras plantas
- Se frota suavemente la flor receptora.

3.5. MARCO GEOGRAFICO

3.5.1. Características Generales del Municipio de Los Santos Santander²⁷

El municipio de Los Santos se encuentra ubicado actualmente en el Núcleo de Desarrollo Provincial Metropolitano del Departamento de Santander, con cabecera municipal a 6°45'53" latitud Norte y 73°06 '33 de Longitud Oeste, constando de un área total de 28.474,27 hectáreas equivalentes a 284,74 Kilómetros cuadrados.

²⁷ EOT, Plan de Desarrollo de Los Santos 2008- 2011

3.5.2. Suelo, Clima y Recursos Naturales.

Dentro de la Regionalización Geográfica del Departamento de Santander el Municipio de Los Santos, se encuentra ubicado dentro de la Región de los valles de los ríos Chicamocha y Bajo Suárez, corresponde a ésta región a un micro clima singularizado por condiciones de aridez, sus características principales son:

- Precipitación menor de 1.200 mm al año
- Temperatura oscila entre los 20 y 26 grados centígrados en promedio
- Humedad Relativa del 65% a 70%
- Evapotranspiración Potencial alta.
- La forma del relieve varía entre quebrado a escarpado.

La orientación general de los valles Chicamocha y Fonce es sureste –noreste, la cual genera una alta insolación que varía entre 2.200 y 2.600 horas de sol al año.

En el estudio de brillo solar en Colombia se considera el área formada por el cañón del Chicamocha, Suárez y Fonce como el núcleo de brillo solar en Santander y el segundo de la cordillera oriental.

Se destaca para el municipio de Los Santos, en primera instancia, el índice de aridez uno de los más altos de Santander (0,25 y 0,10), enfrenta un complicado déficit de agua en el suelo. Por tener un índice de aridez tan alto se hace necesaria la dotación de riego para la agricultura, mediante la construcción de pequeños embalses y puesta en funcionamiento de proyectos de pequeña irrigación que compensen las deficiencias de humedad.

El clima en el municipio de Los Santos según la clasificación climática de Thornthwaite es semihumeda (1.000 – 2.000 mm) con poca o ninguna deficiencia de agua principalmente en la parte nororiental de la meseta de Los Santos y semiseco (500 – 1.000 mm) con poco o ningún superávit de agua en la parte

occidental y sur de la meseta especialmente en las áreas colindantes a la hoya del río Chicamocha. Es en este sector donde se realizaron los tratamientos.

Según la estación pluviométrica La Mesa se observa que de la disponibilidad de agua a nivel anual que presenta la zona de la meseta por Precipitación (982 mm) se pierde o sale del sistema un volumen aproximado al 94% por concepto de Evapotranspiración Potencial (920.3 mm) y si se considera la Evapotranspiración Real (861,4 mm) habría una pérdida del 88% de la Precipitación anual.

3.5.3. Datos climáticos al momento de los tratamientos

Cuadro N. 3 Datos Climáticos

fecha	temperatura 0 C	mm lluvia día anterior
jul-08	24	0
jul-10	23	0
jul-10	23	0
jul-13	24	0
jul-13	24	0
jul-13	24	0
jul-13	24	0

Datos tomados en finca por el autor

3.5.4. Costos Estimados de Producción

El Cuadro N. 4 muestra la proyección a tres años de los costos totales y los ingresos totales de producción de una hectárea de maracuyá de 416 plantas sembrada a 12 x 2 bajo la intervención de la polinización natural. Los datos de los costos y producción son obtenidos en la zona de investigación durante la ejecución del proyecto.

Cuadro N. 4 Proyección de Costos e Ingresos en el Cultivo de Maracuyá

MARACUYA SIEMBRA A 2x12							
ITEM	UNIDAD	Ha/año			TOTAL	Valor Jornal	COSTOS
		Año 1	Año 2	Año 3			
MANO DE OBRA							
Preparacion terreno	jornal	10			10	\$ 22.500	\$ 225.000
Trazado, ahoyado, siembra	jornal	20			20	\$ 22.500	\$ 450.000
Colgada y podas	jornal	5	10	15	30	\$ 22.500	\$ 675.000
Riegos y otras labores	jornal	20	20	20	60	\$ 22.500	\$ 1.350.000
Construccion tutorado espalderas	jornal	20			20	\$ 22.500	\$ 450.000
Desyerbas	jornal	20	20	20	60	\$ 22.500	\$ 1.350.000
Fertilizacion	jornal	12	12	15	39	\$ 22.500	\$ 877.500
Control fitosanitario	jornal	12	12	20	44	\$ 22.500	\$ 990.000
Mantenimiento espaldera tutorado	jornal	5	5	10	20	\$ 22.500	\$ 450.000
Recoleccion, preseleccion y empaque	jornal	20	100	140	260	\$ 22.500	\$ 5.850.000
Polinizacion	jornal						\$ 0
Total Mano de Obra		144	179	240	563	\$ 22.500	\$ 12.667.500
TOTAL		\$ 3.240.000	\$ 4.027.500	\$ 5.400.000	\$ 12.667.500		
EQUIPOS Y PLANTULAS							
Fumigadora de palanca	Unidad	1			1	\$ 250.000	\$ 250.000
Herramientas	Unidad	5			5	\$ 100.000	\$ 500.000
Tutorado/ Postes	Unidad	625			625	\$ 4.000	\$ 2.500.000
Tutorado /Alambre # 12	Kilos	150			150	\$ 3.200	\$ 480.000
Tutorado /Alambre # 16	Kilos	60			60	\$ 4.000	\$ 240.000
Plantulas	Unidad	625			625	\$ 400	\$ 250.000
Maquinaria, estacionarias	Unidad		1		1	\$ 800.000	\$ 800.000
Otros implementos de amarre	Unidad	10			10	\$ 5.000	\$ 50.000
TOTAL							\$ 5.070.000
INSUMOS							
Fertilizante compuesto	Bulto*	8	12	14	34	\$ 70.000	\$ 2.380.000
Dap	Bulto*	8	12	14	34	\$ 85.000	\$ 2.890.000
Nitrato de potasio	Bulto*	8	12	14	34	\$ 120.000	\$ 4.080.000
Elementos menores	Bulto x 12kl	5	5	5	15	\$ 85.000	\$ 1.275.000
Fertilizante foliar	Kilo	5	10	15	30	\$ 21.000	\$ 630.000
Fungucidas	kilo	15	20	25	60	\$ 32.000	\$ 1.920.000
Insecticidas	Litro	15	20	25	60	\$ 50.000	\$ 3.000.000
Gallinaza	Bulto*	140	80	80	300	\$ 12.000	\$ 3.600.000
Coadyantes y otros	Litro	10	10	15	35	\$ 25.000	\$ 875.000
Cal dolomita	Bulto*	20	20	20	60	\$ 10.000	\$ 600.000
TOTAL							\$ 21.250.000
*Bulto = 50 Kilos							
COSTO TOTAL DE PRODUCCION							\$ 38.987.500
RENDIMIENTO DE COSECHA							
Primera Calidad 70%	kilo	4.910	7.120	8.500	20.530	\$ 1.500	\$ 30.795.000
Segunda Calidad 30%	kilo	2.100	3.000	4.000	9.100	\$ 900	\$ 8.190.000
TOTAL							\$ 38.985.000
*Promedio Precios Sipsa 2013							

Autor del proyecto

4. HIPÓTESIS

La polinización manual en la zona de Los Santos Santander presenta un mayor porcentaje d flores fecundadas y cuajadas en comparación con la polinización natural.

5. OBJETIVO DEL PROYECTO

Evaluar y medir el efecto de la Polinización Manual en la fecundación de las flores y cuaje de frutos en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la vereda El Espinal en el Municipio los Santos en el Departamento de Santander.

5.1. Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de flores fecundadas y frutos cuajados de maracuyá (*Passiflora edulis*) mediante el uso de la polinización manual.
- Determinar el porcentaje de flores fecundadas y frutos cuajados de maracuyá (*Passiflora edulis*) mediante la polinización natural.
- Comparar los tratamientos y definir cuál aporta los mejores porcentajes de flores fecundadas y frutos cuajados.

6. METODOLOGÍA

6.1. Tipo de Experimento

Experimento Clásico o verdadero.

Cumple el requisito de control de las variables, a través de la existencia de dos o más grupos (al menos uno experimental y uno de control) y los grupos son equivalentes en sus características relevantes, excepto en lo que le atañe a la variable independiente.

El requisito de equivalencia se refiere en este caso, no sólo a las características internas de los grupos, sino también, a que las circunstancias ambientales fueron iguales (condiciones espaciales, horas y lapsos de la aplicación de los estímulos, de las mediciones). El objetivo del control fue asegurar que la relación entre la variable independiente y la dependiente se estableciera en la forma más pura posible, sin interferencias de variables intervinientes no controladas.

6.2. Desarrollo Metodológico

Inicialmente se realizó una investigación bibliográfica y de campo en relación con la floración y fructificación en la zona y se recopiló la información disponible. Se hicieron observaciones sobre la disposición de las flores en las plantas y se estudió el desarrollo y la morfología floral; se determinó el momento de apertura floral.

Los experimentos se llevaron a cabo en el municipio de Los Santos, Santander en la vereda el Espinal, en una plantación comercial de maracuyá. Las características vegetativas y reproductivas de los surcos que conforman la plantación son iguales.

Todas las plantas presentan manejos agronómicos iguales (fertilización, control fitosanitario, tutorado y distancia de siembra). Se instala un pluviómetro para registrar las precipitaciones desde una semana antes del periodo de polinización. Se toma el registro de temperatura al momento de realizar el tratamiento de polinización. Cuando la floración llegó al 10%, se realizaron los cuadros demostrativos.

6.3. Población

Plantas de un lote comercial de Maracuyá con seis meses de sembrado. Surcos orientados norte- sur, a una distancia de dos metros entre surcos y 12 metros entre planta, con un sistema de tutorado sencillo a doble espaldera. El lote estaba conformado por 62 surcos de 6 plantas, es decir una población de 372 plantas, en un área total de 9060 mt².

6.4. Ficha Técnica.

Cuadro N.5 Ficha Técnica

Tipo de Investigación	Experimental: se utilizó el tipo de investigación experimental debido a que se necesita medir el efecto de la Polinización Manual en el cuaje de flores de Maracuyá.
Método de Investigación	Deductivo: consiste en partir de lo universal a lo singular Técnico: tiene como finalidad, conocer la eficacia del manejo de la Polinización manual o artificial en la Maracuyá.

Fuentes de Información	<p>Fuentes primarias: Investigaciones relacionadas con polinización manual en frutales. Manuales técnicos del cultivo de Maracuyá</p> <p>Fuentes Secundarias: Representantes Técnicos de Bayer CropScience, en la zona de Floridablanca Santander (I. A. Jairo Rueda).Agricultores de la zona.</p>
Técnicas de Recolección de Información	Recolección de datos cinco días después de cada día de polinización.
Instrumento	<p>Tablas de registro de polinización manual.</p> <p>Tablas de registro de flores cuajadas.</p> <p>Tablas de registro flores testigo</p>
Modo de Aplicación	Directo, a cargo del creador del proyecto.
Proceso de muestreo	<p>Dónde:</p> <p>Z = 1.96</p> <p>N = Tamaño de la población</p> <p>N = 378 plantas</p> <p>p = Probabilidad de éxito 50% 0.5</p> <p>q = Probabilidad de error 50% 0.5</p> <p>e = Error estimado 10% 0.1</p> <p>Muestreo aleatorio simple, con un nivel de error del 10 % y un nivel de confianza del 90 %.</p> $n = \frac{Z^2 * N * (p) * (q)}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * (p) * (q)}$ $n = \frac{(1.96)^2 * (372) * (0,5) * (0,5)}{(0.1)^2 * (372 - 1) + (1.96)^2 * (0,5) * (0,5)} = 76.44 = 77$ <p>Prueba piloto : plantas 84</p> <p>Muestra piloto : 42 plantas por tratamiento</p>
Marco Muestral	Elemento Muestral:

	<p>42 Plantas de maracuyá con tratamiento polinización manual. (Siete grupos de seis plantas)</p> <p>42 Plantas marcadas maracuyá polinización natural. (Siete grupos de seis plantas)</p> <p>Unidad Muestral: tratamientos planteados con un mínimo de 40 flores y un máximo de 50 flores por grupo de tratamiento.</p>
Selección aleatoria de las muestras	<p>El cultivo de maracuyá se dividió en 62 grupos de seis plantas numerados del uno al 62.</p> <p>La selección se realizó teniendo en cuenta las tablas de selección al azar (Ver anexos C 25). Se tomó la fila de números; según el día en que se inició el proyecto.</p> <p>Los primeros siete números se llamaron grupos Tratamiento y los siguientes siete números se nombraron grupo Control o Testigo.</p>
Tiempo de aplicación	3 días desde el momento de floración al 10%.
Análisis de Datos	<p>Prueba “t” de Student</p> <p>Análisis estadístico comparando dos grupos con relación a una variable de eficacia cuantitativa</p>

Fuente. Autor

6.5. Tratamientos

Se tomaron en cuenta dos grupos: el experimental o tratamiento y el de control o testigo. La selección para pertenecer a cualquiera de los dos grupos fue aleatoria, por medio de tablas de selección al azar. Se realizó conteo inicial de flores a los dos grupos antes de aplicar tratamientos, el número máximo de flores a tratar son cincuenta y el mínimo 40 y cinco días después se realizó el conteo de flores fecundadas y o frutos cuajados.

La polinización manual se llevó a cabo por tres días teniendo en cuenta el 10% de floración en fase 3.

Cuadro N. 6 Distribución de tratamientos

fecha	Tratamiento Grupo	flores	Testigo Grupo	flores
jul-08	50	50	42	50
jul-10	30	44	26	43
jul-10	18	45	13	50
jul-13	10	42	12	44
jul-13	8	45	6	47
jul-13	51	47	53	48
jul-13	47	44	43	50

Fuente. Autor

6.5.1. Tratamiento I (Polinización Manual = PM)

Las flores experimentales fueron de plantas individuales diferentes, y contadas desde en la fase floral F2 y se esperó hasta que alcanzaran la fase floral F3 para aplicar el tratamiento. Se escogió la fase F3 con el fin de homogenizar el estado en el cual se polinizaron las flores manualmente, y porque de acuerdo con Ángel-Coca *et al.* (2011), esta fase floral es óptima para la reproducción sexual. El tratamiento se realizó con polen proveniente de plantas tratamiento de cada grupo en forma cruzada entre plantas (Ver distribución grupos muestrales). Una vez realizada la polinización la flor se embolso con tela mosquitera o toldillo para evitar la visita de los polinizadores. Se llevó registro diario de la cantidad de flores polinizadas.

6.7. Variables

6.7.1. Variable Independiente

Polinización Manual en flores de Maracuyá.

Polinización Natural en flores de Maracuyá

6.7.2. Variable Dependiente

Flores Cuajadas y/o frutos fecundados

6.8. Hipótesis del Trabajo

6.8.1. Hipótesis Nula

No existe diferencia estadística significativa entre los porcentajes de fecundación de flores y/o cuaje de frutos después de ser tratadas bajo la polinización manual y bajo polinización natural para mejorar los niveles de producción en un cultivo de maracuyá en Los Santos Santander.

6.8.2. Hipótesis Alternativa

Existe diferencia estadística significativa entre el porcentaje de fecundación de flores y cuaje de frutos después de ser tratadas bajo la polinización manual y bajo polinización natural para mejorar los niveles de producción en un cultivo de maracuyá en Los Santos Santander.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información se tomó los días en que realizaron los tratamientos y fue: número de grupo, cantidad de flores por grupo, cantidad de flores fecundadas o cuajes y abortos, para el Tratamiento como para el Testigo.

La información recolectada es la siguiente:

Cuadro N. 8 Recolección de la información

fecha	Tratamiento						Testigo					
	grupo	flores	cuajes	abortos	% cuajes	% abortos	grupo	flores	cuajes	abortos	% cuajes	% abortos
jul-08	50	50	46	4	91,3	8,7	42	50	4	46	8,70	91,30
jul-10	30	44	38	6	84,2	15,8	26	43	2	41	4,88	95,12
jul-10	18	45	43	2	95,3	4,7	13	50	6	44	13,64	86,36
jul-13	10	42	38	4	89,5	10,5	12	44	4	40	10,00	90,00
jul-13	8	45	41	4	90,2	9,8	6	47	3	44	6,82	93,18
jul-13	51	47	44	3	93,2	6,8	53	48	6	42	14,29	85,71
jul-13	47	44	43	1	97,7	2,3	43	50	7	43	16,28	83,72

Fuente. Autor

7.1. Análisis Estadístico

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con siete repeticiones. La parcela experimental consistió en seis plantas por tratamiento. Las variables evaluadas fueron, número de flores fecundadas o frutos cuajados y su (%) promedio.

Para la separación y prueba de medias se utilizó la prueba T Student. ($p < 0,05$) con un nivel de confiabilidad del 90%. Los análisis de varianza y la prueba de medias se obtuvieron con el paquete de estadística descriptiva de Excel 2010.

7.2. Prueba T Student

Cuadro N. 9 Resultados Prueba T Student

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	<i>Tratamiento</i>	<i>Testigo</i>
Media	91,634	10,656
Varianza	19,083	17,677
Observaciones	7	7
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	35,337	
P(T<=t) una cola	0,000	
Valor crítico de t (una cola)	1,356	
P(T<=t) dos colas	0,000	
Valor crítico de t (dos colas)	1,782	

Fuente. Autor

La T de Student calculada es de 35,33 y la de la tabla (crítica) a 12 grados de libertad y a un nivel de significación del 0,1 es de 1,35: por lo tanto la T (calculada) es mayor que la T crítica: Rechazando la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de trabajo.

Lo que significa que existe diferencia estadística significativa entre el porcentaje de fecundación de flores y/o cuaje de frutos después de ser tratadas bajo la polinización manual y bajo polinización natural para mejorar los niveles de producción en un cultivo de maracuyá en Los Santos Santander

7.3. Análisis de Varianza y Medias

Cuadro N.10 Resultados de Varianza y Medias

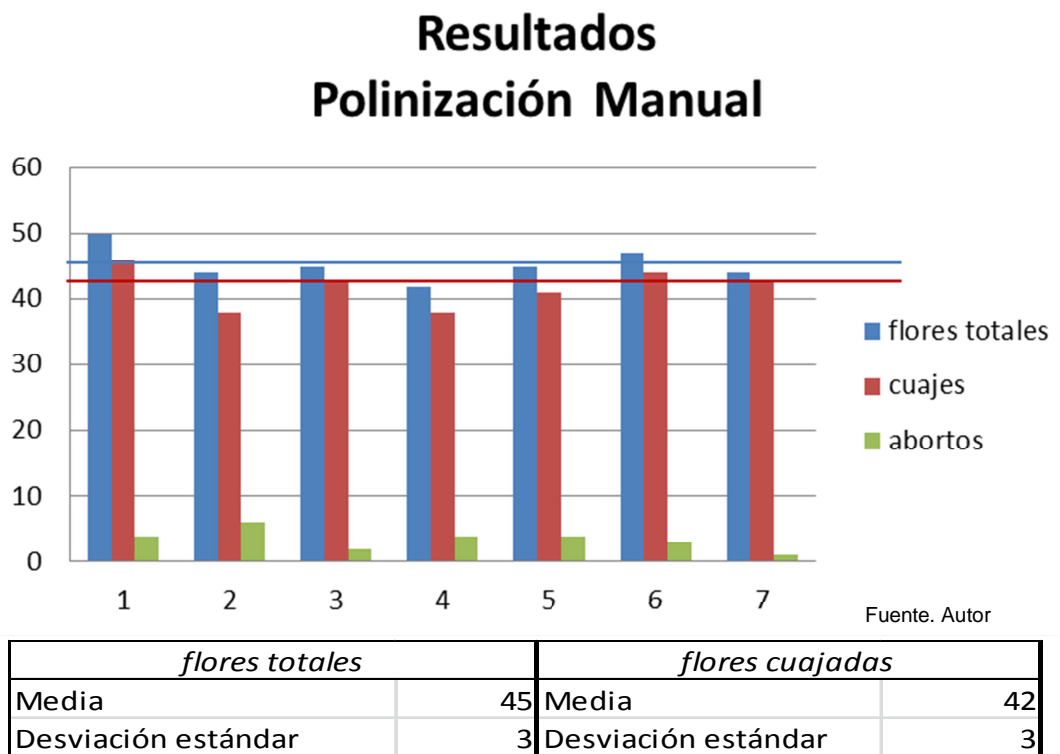
<i>Tratamiento</i>		<i>Testigo</i>	
Media	91,63	Media	10,66
Error típico	1,65	Error típico	1,59
Mediana	91,30	Mediana	10,00
Moda	#N/A	Moda	#N/A
Desviación estándar	4,37	Desviación estándar	4,20
Varianza de la muestra	19,08	Varianza de la muestra	17,68
Curtosis	0,48	Curtosis	-1,52
Coefficiente de asimetría	-0,41	Coefficiente de asimetría	-0,02
Rango	13,46	Rango	11,40
Mínimo	84,21	Mínimo	4,88
Máximo	97,67	Máximo	16,28
Suma	641,44	Suma	74,59
Cuenta	7	Cuenta	7
Mayor (1)	97,67	Mayor (1)	16,28
Menor(1)	84,21	Menor(1)	4,88
Nivel de confianza(90,0%)	3,21	Nivel de confianza(90,0%)	3,09

Fuente. Autor

La Desviación estándar calculada en el tratamiento es de 4,3 y en el testigo es de 4.2 lo que nos indica que la distribución de los resultados es muy homogénea con respecto a la media calculada en cada tratamiento lo que indica que las diferencias en las medias se debe a la aplicación del tratamiento. Se observa de igual forma una gran diferencia entre la media de tratamiento 91,6 y la media del testigo 10,66.

7.4. Resultados del Tratamiento.

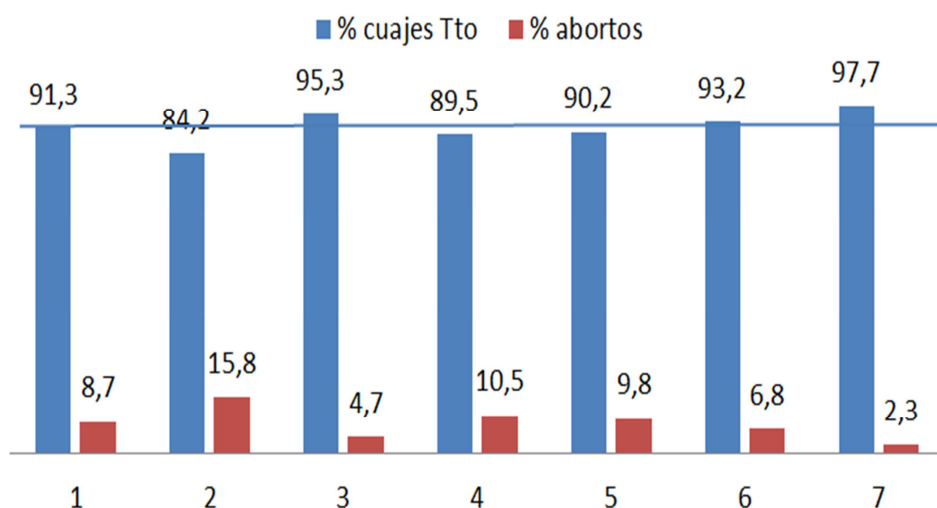
En la Grafica N.1 se puede observar la cantidad de flores intervenidas por repetición, la cantidad de cuajes y la cantidad de abortos, mediante la polinización manual en las siete repeticiones.



Grafica N.1 Resultado de la Polinización Manual

Los datos de la Gráfica N.1 indican que es mayor número de flores fecundadas que el número de flores abortadas en las siete repeticiones, de igual forma se observa que la media de flores cuajadas (42 ± 3 flores) está muy cerca del valor medio de flores intervenidas (45 ± 3 flores).

Porcentaje de Resultados Polinización Manual



Fuente. Autor

<i>Tratamiento</i>	
Media	91,63
Desviación estándar	4,37

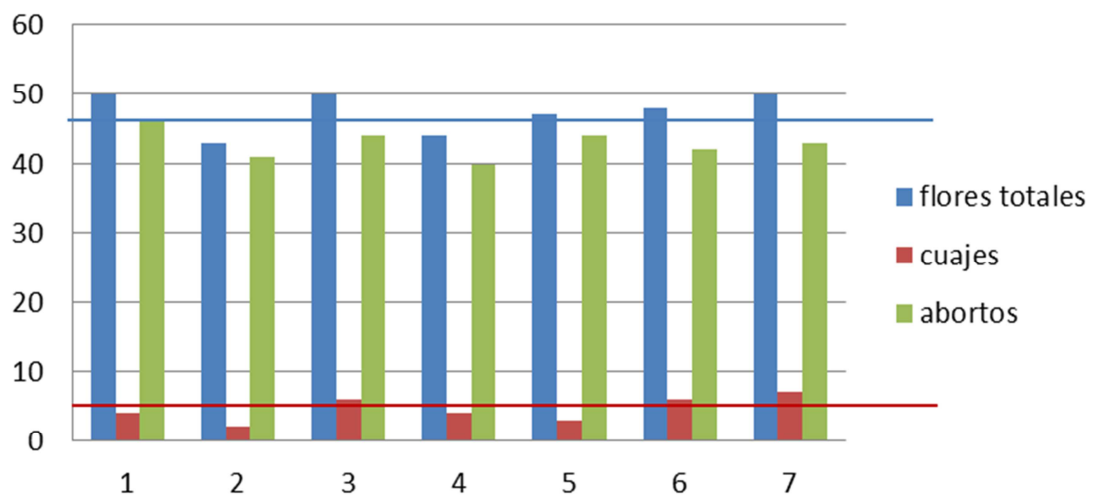
Grafica N.2 Resultado de la Polinización Manual expresado en porcentajes

La Grafica N.2 nos muestra los resultados de la polinización manual en forma porcentual, se aprecia que son altos los porcentajes de cuajado en los siete tratamientos. Se identifica un porcentaje medio de (92 ± 4) flores fecundadas.

7.5. Resultados del testigo

En la Grafica N.3 se puede observar la cantidad de flores intervenidas por repetición, la cantidad de cuajes y la cantidad de abortos, mediante la polinización natural en las siete repeticiones.

Resultados Polinización Natural



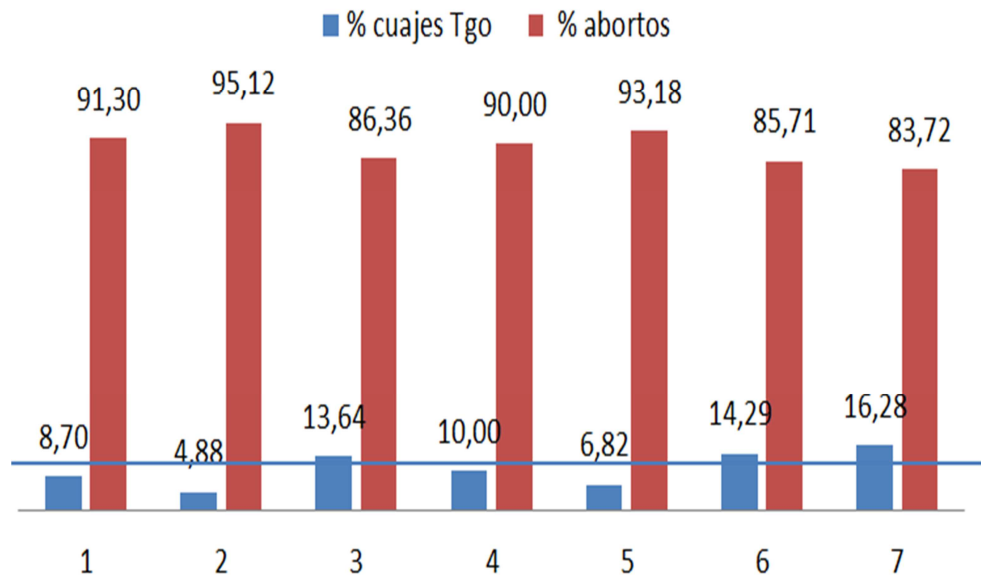
Fuente. Autor

<i>flores totales</i>		<i>flores cuajadas</i>	
Media	47	Media	5
Desviación estándar	3	Desviación estándar	2

Grafica N.3 Resultado de la Polinización Natural

Los datos de la Gráfica N. 3 indican que es menor número de flores fecundadas que el número de flores abortadas en las siete repeticiones, de igual forma se observa que la media de flores cuajadas (5 ± 2 flores) está muy lejos del valor medio de flores intervenidas (47 ± 3 flores).

Porcentaje de Resultados Polinización Natural



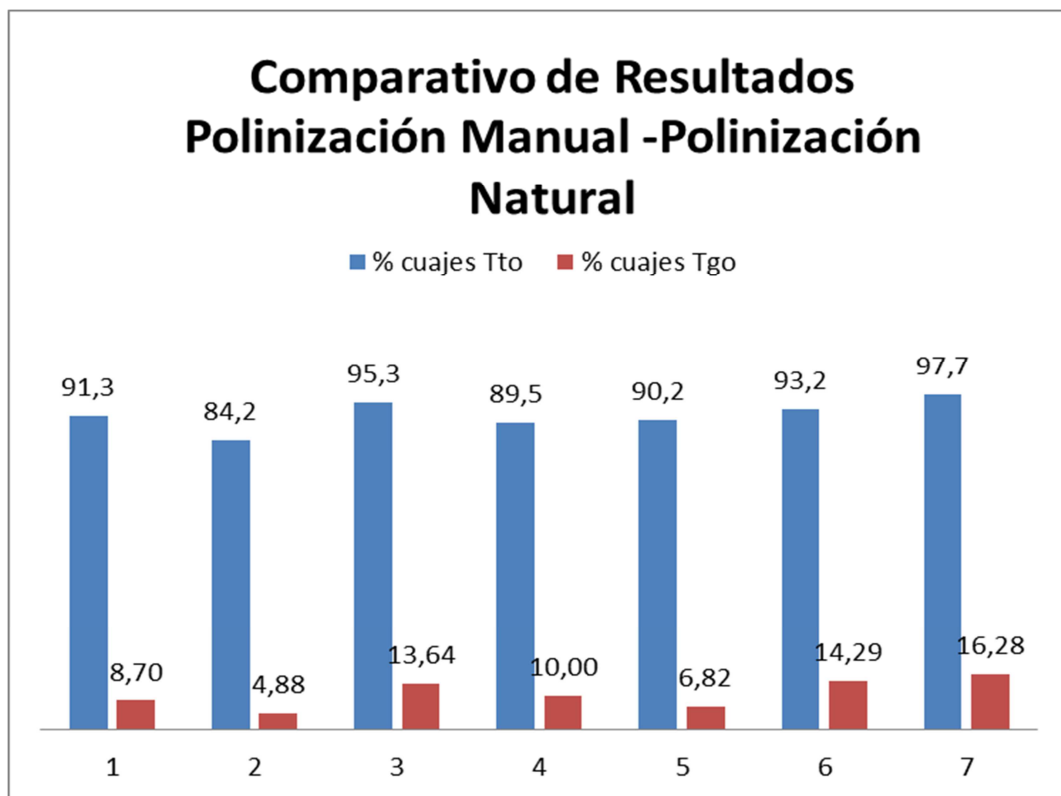
Fuente. Autor

<i>Testigo</i>	
Media	10,66
Desviación estándar	4,20

Grafica N 4 Resultado de la Polinización Natural expresado en porcentajes

La Grafica N.4 nos muestra los resultados de la polinización natural en forma porcentual, se aprecia que son altos los porcentajes de abortos en los siete grupos testigo. Se identifica un porcentaje medio de (11 ± 4) flores fecundadas.

7.6. Comparativo de resultados



Fuente. Autor

Grafica N. 5 Comparativo de resultados expresado en porcentajes

La Grafica N.5 compara los porcentajes de flores fecundadas o frutos cuajados mediante la polinización manual y la polinización natural, los porcentajes para los grupos intervenidos con polinización manual son más elevados que para los grupos expuestos a la polinización natural. Se aprecia de forma clara que la intervención de la polinización manual influye directamente en la fecundación de flores y cuaje de frutos.

7.7. Aplicabilidad de los Resultados

En el Cuadro N.11 se establece una proyección de los costos de producción para el cultivo de maracuyá estableciendo la polinización manual, de igual forma se calculan los rendimientos por año así:

Periodo de Polinización diaria = dos Horas

Flores por minuto =Seis (según el estudio)

Polinizaciones por Hora = 360 flores

Flores polinizadas día = 720 flores

Periodos de polinización = 10 Periodos cada dos meses = 60 periodos

Total de flores polinizadas año = 43.200 flores

Total de cuajes año = $43.200 \times 90\% = 38.800$ frutos

Precio promedio del fruto (Garcés y Saldarriaga) = 230 gramos

Total kilos año = 8.924 kilos

Calidad Primera 90% = 8.032

Calidad Segunda 10% = 892

Total horas de polinización = 120 horas = 15 jornales

Para el año dos y tres se proyecta el doble de jornales en polinización (30) estimando que la planta tendrá una mayor floración. De igual forma como la polinización manual induce un mejor llenado Corbet y Willmer (1980). Se estimó que la calidad extra es el 90% y la calidad segunda el 10 %.

Con la aplicación de esta técnica se puede llegar a rendimientos por hectárea de 63.090 kilos por hectárea año ,a diferencia de la producción actual con polinización natural que esta por los 7.010 kilos año.

8. CONCLUSIONES GENERALES DEL PROYECTO

Bajo las condiciones de estudio, se puede concluir que la baja productividad del cultivo de maracuyá (*Pasiflora edulis*), se debe a deficiencias en la polinización. Esta deficiencia en la polinización provoca un 90% de abortos o caída de flores

Mediante el uso de la polinización manual se logró un 90% de flores fecundadas y/o frutos cuajados. Esto significa que la eficiencia de la polinización manual es óptima para la producción comercial de la Maracuyá en la región y bajo las condiciones de estudio.

La polinización Natural produjo un 10% en cuanto a fecundación de flores y o cuaje de frutos. Esto significa que la eficiencia de la polinización natural no es óptima para la producción comercial de la Maracuyá en la región y bajo las condiciones de estudio.

La polinización manual aumenta hasta un 15,3% los costos de producción, de igual forma si dicha práctica se realiza de la forma adecuada se puede proyectar un incremento de la producción del 65,7%.

Se estima para la zona de estudio un costo/beneficio de \$ 4,2 pesos por hectárea mediante el uso de la polinización manual, lo que la vuelve “económicamente rentable”

9. RECOMENDACIONES

Las principales razones para la polinización manual se incluyen debido a una escasez de polinizadores naturales, esta permite la polinización cruzada entre variedades cultivadas en conjunto

Para emplear este proceso de polinización, debe realizarse un detenido análisis de la zona o incluso de los lotes en los cuales se llevará a cabo la metodología ya que incide de forma directa en los costos de producción.

La polinización manual además de la técnica en sí misma, involucra aspectos de manejo de personal y estrategia de polinización. La planificación de la polinización durante la época de floración es fundamental. La capacitación del personal en aspectos básicos técnicos es imprescindible.

El conocimiento de los estados fenológicos de la flor y el comportamiento floral son claves en el éxito de la polinización manual.

10. PRESUPUESTO

Cuadro N.11 Presupuesto Total del Proyecto

RUBRO	DESCRIPCION	VALOR EN MILES DE \$
Equipo Humano	Investigador del proyecto	1000.000.
Equipos y Software	Servicio de Internet, Análisis estadístico de datos	100.000
Viajes y Salidas de Campo	Días de campo a realizar tratamientos y conteos	700.000
Materiales y suministros	Guantes de tela y bolsas de tela mosquitera	200.000
Bibliografía	Cartillas de polinización en frutales	50.000
Servicios Técnicos	Servicio de análisis estadístico de datos	200.000
Socialización de Resultados a la Comunidad Unadista		
TOTAL		\$ 2.250.000.

Fuente. Autor

11. CRONOGRAMA

Cuadro N.12 Cronograma de Actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2013																								
ACTIVIDAD	MES				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
	SEMANA				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA					■																			
PRESENTACION DEL ANTEROYECTO									■															
CORRECCIONES													■											
EJECUCION DE TRATAMIENTOS																	■							
TOMA DE RESULTADOS																					■			
TABULACION DE RESULTADOS																								
CONCLUSIONES																								
PRESNTACION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES																					■			

Fuente. Autor

ANEXOS

Anexo 1 Análisis de suelo

RESULTADOS OBTENIDOS					
ANALISIS	UNIDAD DE MEDIDA	CODIGO			NIVELES NORMALES
TEXTURA	-	Fco. Arcillosa			FRANCO
PH	-	5.0			5.5 - 6.5
CIC	Meq/100gr	25			15 - 30
Materia orgánica(M.O)	%	3.4			3 - 5
Carbono Orgánico (C)	%	1.9			1.70 - 2.90
Nitrógeno Total (NT)	%	0.16			0.15 - 0.25
Fósforo Asimilable (P)	p.p.m	3			15 - 30
Potasio Soluble (K)	Meq/100gr	0.21			0.15 - 0.30
Calcio (Ca)	Meq/100gr	2.8			3 - 6
Magnesio (Mg)	Meq/100gr	0.7			1.50 - 2.50
Aluminio (Al)	Meq/100gr	0.5			0
Sodio (Na)	Meq/100gr	-			Menor de 1
Azufre (S)	p.p.m	-			15 - 30
Hierro (Fe)	p.p.m	83			10 - 20
Manganeso (Mn)	p.p.m	7			5 - 10
Boro (B)	p.p.m	0.08			0.20 - 0.60
Cobre (Cu)	p.p.m	1.5			1 - 3
Zinc (Zn)	p.p.m	1.20			2 - 4

Análisis de suelo finca – Adelfo Mantilla, Espinal, Los Santos Santander

Anexo 2. Tabla de números al azar

TABLA DE NÚMEROS AL AZAR										
	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40
<u>01</u>	4251	5149	4751	4847	4249	4648	5047	4847	5156	8789
<u>02</u>	4849	5051	5046	4756	4738	5350	4746	4847	4846	2346
<u>03</u>	5692	9870	3583	8997	1533	6466	8880	7271	3809	4256
<u>04</u>	2080	3828	7880	0586	8482	7811	6807	3309	2729	2235
<u>05</u>	1039	3382	7600	1077	4455	8806	1822	1669	7501	8330
<u>06</u>	6477	5289	4092	4223	6454	7632	7577	2816	9002	2365
<u>07</u>	4554	6146	4846	4647	5034	4646	5189	5355	5249	2224
<u>08</u>	0772	2160	7236	0812	4195	5589	0880	8261	9232	0902
<u>09</u>	0092	1629	0377	3590	2209	4839	6382	1490	3092	2390
<u>10</u>	7315	3365	7203	1231	0546	6612	1088	1425	2709	3092
<u>11</u>	5775	7517	8974	3961	2183	5295	8096	8536	9442	2392
<u>12</u>	5500	2276	6307	2346	1285	7000	5306	0414	3383	2303
<u>13</u>	3251	8902	8843	2112	8567	8131	8116	5270	5994	9092
<u>14</u>	4675	1435	2192	0874	2897	0262	6092	5541	4014	2113
<u>15</u>	3543	6130	4247	4859	2660	7852	9096	0578	0097	1324
<u>16</u>	3521	8772	6612	0721	3899	2999	1263	7017	8057	3443
<u>17</u>	5573	9396	3464	1702	9204	3389	5678	2589	0288	6343
<u>18</u>	7478	7569	7551	3380	2152	5411	2647	7242	2800	3432
<u>19</u>	3339	2854	9691	9562	3252	9848	6080	8472	2266	3255
<u>20</u>	5505	8474	3167	8552	5409	1556	4247	4652	2953	9854
<u>21</u>	6381	2086	5457	7703	2758	2963	8167	6712	9820	5324
<u>22</u>	0935	5565	2315	8030	7651	5189	0075	9353	1921	0222
<u>23</u>	2605	3973	8204	4143	2677	0034	8601	3340	8383	3243
<u>24</u>	7277	9889	0390	5579	4620	5650	0210	2082	4664	5643
<u>25</u>	5484	3900	3485	0741	9069	5920	4326	7704	6525	1249

BIBLIOGRAFIA

SALINAS Abadía. Guía Técnica para el Cultivo de Maracuyá, Polinización en Maracuyá. Instituto de Educación Técnica Profesional de Roldanillo Valle. 2010 .PDF.PAG 11-17 [ver en línea] http://www.agro-tecnologia-tropical.com/polinizaci_n_asistida_parchita_m.html [Citado marzo 2013]

FAO. Cultivo de Maracuyá. Importancia de la polinización. [ver en línea] http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/MARACUYA.HTM [Citado marzo 2013].

ASCHERO, V. Biología reproductiva e importancia de la polinización en *Cedrela lilloi*. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas (LIEY, UNT), [ver en línea] http://www.cricyt.edu.ar/interaccio/vaschero/pdf/Cedro,04_Aschero.pdf [Citado marzo 2013].

NATES Guiomar. Biología Floral y Reproductiva. Polinización y Polinizadores en Gulupa. (*Passiflora edulis var. edulis*). Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LA BUN), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia,2 Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia Cap 6 [ver en línea] http://www.Bdigital.unal.edu.co/8547/15/08_Cap06.pdf [Citado marzo 2013]

MAIRON M. Da Silva. Número floral, clima, densidad poblacional de *Xylocopa spp.* (*Hymenoptera: Anthophoridae*) y polinización del maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).Revista de Biología Tropical, Universidad de Costa Rica. Versión impresa ISSN 0034-7744.Rev. biol. trop v.47 n.4 San José dic. 1999. [ver en línea] http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77441999000400007&script=sc_arttext#Akamine. [Citado marzo 2013].

ANGULO Rafael. Maracuyá (*Pasiflora edulis*) Botánica, Semilla y Propagación. Publicación Bayer CropScience.2010. Pag.6-7

GÓMEZ Manuel A. LA PRODUCCION Y EL MERCADO MUNDIAL DE MARACUYÁ, La producción de maracuyá en Colombia . Cruz [ver en línea] <http://www.infoaserca.gob.mx/proafex/maracuya.pdf>. pág. 27 -31 [Citado Abril 2013].

J. E. PEÑA . MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y AGROECOLOGÍA .Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas llevan la miel al panal, (Costa Rica) No. 69 p. 6-20, 2003. [ver en línea] <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a1958e/a1958e.pdf>. [Citado marzo 2013].

MAIRON M. Da Silva. Número floral, clima, densidad poblacional de *Xilócopo* spa. (Hymenoptera: Anthophoridae) y polinización del maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). [Ver en línea] http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-7441999000400007&script=sci_arttext&tlng=pt. [Citado Abril 2013].

GUTIÉRREZ M .Julián. EFECTOS DE LA VARIACIÓN ALTITUDINAL SOBRE LA POLINIZACIÓN EN CULTIVOS DE GULUPA (*Passiflora edulis F. edulis*) [Ver en línea] http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-548X2012000200012&script=sci_arttext&tlng=pt. . [Citado Abril 2013].

GARIBALDI Lucas .LOS POLINIZADORES EN LA AGRICULTURA, Laboratorio Ecotono, Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente, Conicet- Universidad Nacional de Córdoba. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal. [Ver en línea] <http://www.cienciahoy.org.ar/ln/hoy126/Polinizadores.pdf>. [Citado Abril 2013].

ÁNGEL Catalina. BIOLOGÍA FLORAL Y REPRODUCTIVA DE LA GULUPA *Passiflora edulis*. [Ver en línea] <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/36402/38027>. [Citado Abril 2013].

FRANCO Omar. INFLUENCIA DEL GRADO DE POLINIZACION EN LA CALIDAD DE LA GUANÁBANA. [Ver en línea] http://www.avocadosource.com/journals/cictamex/cictamex_1998-2001/CICTAMEX_1998-2001_PG_159-170.pdf. [Citado Abril 2013].

MsC. ARÍSTIDES Campos. ASISTENCIA TECNICA AGRICOLA. La Polinización Asistida en Parchita o Maracuyá. [Ver en línea] http://www.agro-tecnologia-tropical.com/polinizaci_n_asistida_parchita_m.html. [Citado Abril 2013].

GUARIGUATA M.; Giraldo, E.; Chará, J. LA PRODUCCIÓN DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) EN COLOMBIA: perspectivas para la conservación de hábitat a través del servicio de polinización. *Interciencia*. (2010). 35(3): 207-212. [Ver en línea]. <http://www.fao.org/docrep/008/y5110s/y5110s04.htm#TopOfPage> [Citado Abril 2013].

LOS SANTOS SANTANDER. ACUERDO NO 012 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL MÁS CERCA DE LOS SANTOS (2008 -2011) [Ver en línea] http://www.lossantos-santander.gov.co/apc-aa-files/65623435336136393531646438333539/M_s_Cerca_de_Los_Santos.pdf. [Citado marzo 2013].

CCI. SIPSA. PRECIOS DE FRUTAS Y HORTALIZAS .Precios de maracuyá, Centro abastos. [Ver en línea] http://www.cci.org.co/cci/cci_x/scripts/home.php?men=101&con=192&idHm=2&opc=199. [Citado marzo 2013].

GLOSARIO

Androginóforo: Proyección o elevación del receptáculo de la flor que soporta al androceo y el gineceo.

Androceo: Es la estructura reproductora masculina que consta del conjunto de los estambres de una flor. Allí se forman los gametos masculinos, que están incluidos en los granos de polen.

Antesis: Es el periodo de florescencia 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.

Antera: Es la parte terminal del estambre de una flor.

Autoincompatibilidad: Es la incapacidad de una planta hermafrodita para producir semillas por autopolinización aunque presente gametos viables. Es una estrategia reproductiva para promover la fecundación entre individuos que no estén relacionados y, por ende, es un mecanismo creador de nueva variabilidad genética.

Dicogamia: Describe la condición en la que existe una separación temporal en la maduración de los sexos dentro de la misma flor o de la misma planta.

Estigma: Parte del gineceo de las flores que recibe el polen durante la polinización.

Estambre: Es cada uno de los órganos florales masculinos portadores de sacos polínicos que originan los granos de polen.

Gineceo: Es la parte femenina de las flores en las plantas angiospermas.

Protandra: Fenómeno reproductivo concerniente a los organismos hermafroditas sobre todo a las plantas, en las cuales ocurre la maduración de los gametos masculinos antes que los gametos femeninos