

**EVALUACIÓN DE LA POLINIZACIÓN MEDIADA POR ABEJAS EN EL CULTIVO DE CAFÉ  
(*Coffea arabica*) EN LOS MUNICIPIOS DE CAPARRAPÍ Y GUADUAS (CUNDINAMARCA)**

FELIPE MORA FLOREZ  
CÓDIGO: 150211129

SARITA GARZÓN MEDINA  
CODIGO: 150211122

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
FUSAGASUGÁ  
2015

**EVALUACIÓN DE LA POLINIZACIÓN MEDIADA POR ABEJAS EN EL CULTIVO DE CAFÉ  
(*Coffea arabica*) EN LOS MUNICIPIOS DE CAPARRAPÍ Y GUADUAS (CUNDINAMARCA)**

Proyecto de grado opción investigación,  
como requisito parcial para la obtención del  
título de Zootecnista

FELIPE MORA FLOREZ  
CÓDIGO: 150211129

SARITA GARZÓN MEDINA  
CODIGO: 150211122

---

Director

Víctor Manuel Solarte Cabrera

Biólogo, M Sc Ciencias-Biología  
Universidad Nacional de Colombia

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
FUSAGASUGÁ  
2015

## **NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

**Jurado**  
**Dr(a) José Isidro Vargas**  
**Ingeniero Agrónomo - Universidad Nacional de Colombia**  
**M.Sc. Ciencias Agrarias - Desarrollo Empresarial Agropecuario**

---

**Jurado**  
**Dr(a) Andrés Orlando Garzón Aya**  
**Zooctenista**  
**Esp. Nutrición y producción animal**

## DEDICATORIA

Dedicada a Dios que lo hace todo posible, que cada día nos acompaña en nuestra formación guiándonos en cada paso a dar; porque a pesar de los altibajos nos fortaleció, superándonos en cada momento que lo necesitamos.

A nuestros PADRES, las personas que luchan día a día por sacarnos adelante, que gracias a ellos somos lo que somos y nos han dado el sentido de vida y de inspiración para realizar nuestros proyectos y han estado incondicionalmente en todo nuestro proceso de formación hasta el día de hoy.

A nuestras familias por acompañarnos y ser nuestro soporte en este largo camino de formación que sin ellos hubiese sido imposible culminar nuestro proceso de aprendizaje tan importante en nuestras vidas, por esos consejos que nos dieron ánimo, optimismo, confianza y responsabilidad.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al C.I.F (Centro Internacional de Física) por el apoyo de cada uno de sus integrantes del grupo de trabajo que nos aconsejaron con sus experiencias en campo, y a nivel profesional la oportunidad que nos brindó al ser partícipes del proyecto de regalías auspiciado por la Gobernación de Cundinamarca y dirigido por este ente llamado “ Valoración y apropiación de los recursos naturales como estrategias de adaptación al cambio climático” en la Región del bajo Magdalena y dentro de este abarcar nuestro proyecto en concreto titulado Impacto de los servicios ecosistémicos proporcionados por las abejas en sistemas productivos de café como estrategia agroecológica en la cuenca del Río Negro. .

A Víctor Solarte nuestro director de trabajo de grado, el cual fue una parte fundamental en cada pieza de esta investigación, creyó en nosotros desde un inicio así como en la importancia de nuestra investigación que aporta bases fundamentales para otras a futuro, gracias a él por toda su dedicación, aporte y esfuerzo para consolidar bien este trabajo.

A Cesar Talero y Andrés Garzón que compartieron sus saberes y nos acompañaron en este proceso de investigación.

Mil gracias a nuestros amigos, una familia más que se construyó paso a paso en el transcurso de la carrera, con los cuales se quemaron muchas etapas de momentos felices y otros no tanto, con ellos se gozó, se disfrutó, se lloró y se vivió la universidad como debía ser, para obtener hoy en día personas valiosas con las que se pueden contar toda la vida en cualquier momento y de forma sincera batallando junto a nosotros las diferentes etapas de la vida.

Y por último, queremos agradecerles a todos los profesores que compartieran sus conocimientos con nosotros, logrando así formarnos como profesionales y personas dedicadas a luchar por un objetivo aportando servicios a nuestra sociedad.

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN .....  | 11 |
| ABSTRACT .....   | 12 |
| INTRODUCCIÓN .....   | 13 |
| 2. OBJETIVOS.....  | 15 |
| 2.1 Objetivo General.....  | 15 |
| 2.2 Objetivos específicos .....                                  | 15 |
| 3. REVISION DE LITERATURA.....                                   | 16 |
| 3.1 Generalidades .....  | 16 |
| 3.2 La polinización biótica como servicio ecosistémico.....      | 17 |
| 3.3 La flor del café.....  | 18 |
| 3.4 Cultivo de café y su interacción con el medio ambiente ..... | 18 |
| 3.5 Extinción de las abejas.....                                 | 18 |
| 3.6 Clases de trampas utilizadas .....                           | 19 |
| 3.7 Captura de abejas.....                                       | 19 |
| 3.8 Economía ambiental.....                                      | 20 |
| 3.9 Producción actual de café en Colombia.....                   | 20 |
| 3.10 Marco legal:.....   | 21 |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS .....                                      | 22 |
| 4.1 Descripción del área de estudio .....                        | 22 |
| 4.1.1 Ubicación y Características agro climatológicas: .....     | 22 |
| 4.2 Tratamientos .....   | 24 |
| 4.2.1 Polinización por viento y gravedad.....                    | 24 |
| 4.2.2 Autopolinización.....                                      | 25 |
| 4.2.3 Polinización abierta: .....                                | 25 |
| 4.3 Análisis de efectos de la polinización (Objetivo 1) .....    | 26 |
| 4.3.1 Cafetales con Sombrío: .....                               | 27 |
| 4.3.2 Café cercano a bosque:.....                                | 27 |
| 4.4 Captura de abejas (Objetivo 2).....                          | 28 |
| 4.5 Rentabilidad de la polinización (Objetivo 3) .....           | 31 |
| 4.6 Método de análisis:.....                                     | 31 |

|   |    |
|---|----|
| 5. RESULTADOS .....   | 32 |
| 5.1 Análisis de efectos de la polinización .....            | 32 |
| 5.1.1 Cantidad de frutos .....                              | 32 |
| 5.1.2 Cuantificación diámetros y pesos granos de café ..... | 38 |
| 5.2 Captura de abejas.....                                  | 40 |
| 5.4 Evaluación económica.....                               | 41 |
| 6. DISCUSIÓN .....  | 44 |
| 7. CONCLUSIONES.....  | 48 |
| 7. RECOMENDACIONES .....                                    | 49 |
| 8. ANEXOS .....   | 50 |
| 9. BIBLIOGRAFIA .....                                       | 62 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Mapa municipio guaduas (Cundinamarca) .....   | 22 |
| Figura 2. Mapa municipio Caparrapí (Cundinamarca) .....   | 23 |
| Figura 3. Polinización por viento y gravedad .....  | 25 |
| Figura 4. Autopolinización .....  | 25 |
| Figura 5. Polinización abierta .....  | 26 |
| Figura 6. Café bajo sombrío .....   | 27 |
| Figura 7. Café cercano al bosque .....  | 28 |
| Figura 8. Trampas finca Francined Cifuentes (Caparrapi) .....   | 29 |
| Figura 9. Trampas finca Alirio Pava (Caparrapi) .....   | 29 |
| Figura 10. Trampas finca Juan Ardila (Guaduas).....   | 30 |
| Figura 11. Trampas finca Pablo Ramírez (Guaduas).....   | 30 |
| Figura 12. Finca Alirio Pava – Caparrapí. a) No. botones, b) No. Flores, c) No. Cuajados, d) No. Frutos.....        | 32 |
| Figura 13. Finca Francined Cifuentes- Caparrapi. a) No. botones, b) No. Flores, c) No. Cuajados, d) No. Frutos..... | 34 |
| Figura 14. Finca de Pablo Ramírez – Guaduas a) No botones, b) No. Flores, c) No. Cuajados, d) No. Frutos.....       | 35 |
| Figura 15. Finca de Juan Rojas- Guaduas a) No botones, b) No. Flores, c) No. Cuajados, d) No. Frutos.....           | 37 |
| Figura 16. Diámetro polar y ecuatorial de los frutos a) Alirio, b) Francined, c) Pablo, d) Juan .....               | 38 |
| Figura 17. Peso Total, de semilla y cascara a) Alirio, b) Francined, c) Pablo, d) Juan .....                        | 39 |
| Figura 18 <i>Apis mellifera</i> .....   | 41 |
| Figura 19 <i>Apis mellifera</i> .....   | 41 |



**Figura 20 *Scaptotrigona pectoralis* ..... 42**  
**Figura 21 *Nannotrigona*..... 42**

## LISTA DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Caracterización de las fincas de Guaduas .....                                 | 23 |
| Tabla 2. Caracterización de las fincas de Caparrapí.....                                | 24 |
| Tabla 3. Códigos de marcación por tratamiento .....                                     | 26 |
| Tabla 4. Medidas estadísticas Aliria Pava (Caparrapí).....                              | 33 |
| Tabla 5. Medidas estadísticas Francined Cifuentes (Caparrapí) .....                     | 34 |
| Tabla 6. Pablo Ramirez (Guaduas) medidas estadísticas .....                             | 36 |
| Tabla 7. Juan Rojas (Guaduas) medidas estadísticas .....                                | 37 |
| Tabla 8. Alirio Pava (Caparrapí) Medidas estadísticas Diámetro y peso del fruto .....   | 39 |
| Tabla 9. Francined Cifuentes (Caparrapí) medidas estadísticas diámetro y peso del fruto | 40 |
| Tabla 10. Pablo Ardila (Guaduas) medidas estadísticas diámetro y peso del fruto.....    | 40 |
| Tabla 11. Juan Rojas (Guaduas) Medidas estadísticas Diámetro y peso del fruto .....     | 40 |
| Tabla 12. Identificación de abejas encontradas en cada municipio .....                  | 40 |
| Tabla 13. Valor kilo por cada tratamiento .....   | 43 |
| Tabla 14. Utilidad marginal kilo por finca .....  | 43 |
| Tabla 15. Utilidad marginal Total Producción por finca .....                            | 43 |

## RESUMEN

En la producción cafetera de los municipios de Guaduas y Caparrapí (Cundinamarca) se evaluaron los sistemas de producción de café bajo sombrío y cercano al bosque, en los que se realizaron tres tratamientos: polinización por viento y gravedad, autopolinización y el control (polinización entomófila). Este estudio se llevó a cabo en dos fincas por cada municipio para un total de 4. Se probó la hipótesis de que en ausencia de abejas la producción y el rendimiento del cultivo serán menores; las variables a medir fueron la calidad del café, el tamaño del fruto y el número de frutos pequeños o con bajo peso, entre otros; se identificaron las diferentes especies de abejas silvestres visitantes de las flores del café. Se buscó contribuir en el conocimiento de la polinización del café por abejas, lo que generará mayor rentabilidad en relación al costo/beneficio en las producciones y a su vez concientizar acerca del cuidado y preservación que se debe tener por los ecosistemas de la región enfatizando en la conservación de las abejas principales insectos polinizadores.

**Palabras claves:** abejas, café, *Coffea arabica*, conservación, servicios ecosistémicos, rendimiento productivo

## ABSTRACT

The coffee production of the municipalities of Guaduas and Caparrapí (Cundinamarca) assessed the systems of production of coffee under shady and close to the forest, in which there were three treatments: pollination by wind and gravity, self-pollinating and control (pollination studies). This study was conducted on two farms each municipality for total of 4. It was tested the hypothesis that in the absence of bees production and the crop yield was lower; the variables measured were the quality of the coffee, the size of the fruit and the number of small fruits or with low weight, among others. The different species of wild bees visiting flowers of coffee were identified. We were expected to contribute to knowledge of coffee pollination by bees, which will generate greater profitability in relation to cost/benefit productions and at the same time raise awareness about care and preservation that should be taken by the ecosystems of the region emphasizing the conservation of major bees pollinating insects.

**Keywords:** Coffee, *Coffea arabica*, conservation, bees, ecosystem services, yield productive

## INTRODUCCIÓN

La polinización es uno de los procesos ecológicos fundamentales para mantener la viabilidad y diversidad de las angiospermas y es una interacción ecológica que tiene importantes consecuencias para los servicios de los ecosistemas y para la producción de plantas cultivadas, pero solo en unos pocos casos los polinizadores y su importante función son reconocidos por los agricultores de nuestro país. Algunos datos cualitativos indican que las abejas silvestres son susceptibles de extinciones locales o por lo menos que su población está disminuyendo por causa de las alteraciones a su medio ambiente (Nates y González, 2000). En el país no hay mucha información al respecto, por eso se debe fomentar la investigación sobre los polinizadores y su funcionalidad en los ecosistemas como objetos de conservación y fomento. Entre algunos de los principales problemas relacionados con la calidad del café figura el tamaño del fruto (frutos pequeños con bajo peso) y la cantidad obtenida por cosecha, lo que genera bajo rendimiento del cultivo y por ende pérdidas económicas para el productor. Uno de los factores que genera mayor impacto sobre las plantaciones de café es el cambio climático: las producciones se ven afectadas por fenómenos como El Niño y La Niña. El cambio climático afecta directamente a las funciones de los organismos individuales (por ejemplo, el crecimiento y el comportamiento), modifica poblaciones, y afecta a la estructura y función del ecosistema (en la descomposición, ciclos de los nutrientes, flujos del agua, composición de las especies e interacciones de las especies) y la distribución de los ecosistemas dentro de los paisajes (IPCC, 2002). De este modo, al comenzar estos sucesos la producción cae de manera drástica.

Vergara (2012) destaca que el 70% del café que se consume en el mundo pertenece a esta especie; el café es un arbusto de la familia Rubiaceae, nativo de Etiopía. Es la principal especie cultivada para la producción de café y la de mayor antigüedad en agricultura. Aunque el café es originario de África, se cultiva particularmente en América y en algunas regiones de África y Asia. En Colombia únicamente se cultivan los cafés arábigos los cuales producen una bebida suave y de mayor aceptación en el mercado mundial. Las variedades que se siembran en Colombia son: Típica también llamado arábigo, pajarito o nacional, Borbón, Tabí que es una variedad de grano grande (tiene una excelente calidad y es ideal para obtención de cafés especie), Caturra y variedad Colombia (Villegas y González, 2010).

Varios estudios llevados a cabo en países tropicales como Panamá, Costa Rica, Ecuador e Indonesia han demostrado que la producción (número de granos por planta) y la calidad de sus semillas (peso y aroma) pueden tener un aumento gracias a la polinización cruzada mediada por abejas silvestres, comprobando además la importancia de estos insectos como los principales polinizadores de cultivos y plantas silvestres (Heard, 1999, citado en Jaramillo, 2012). En la actualidad, los sistemas de producción apícola son utilizados en el país para la producción de miel, polen y otros productos, desconociéndose el potencial polinizador desarrollado por las abejas y su contribución en el mejoramiento de la producción agrícola y comercial de una región (Vásquez *et al.*, 2006). Para incrementar la calidad y cantidad de frutos se debe implementar producciones apícolas enfocadas en la polinización, ejerciendo una asociación de cultivos (para este caso de *Coffea arabica*) con abejas. La polinización cruzada (por medio del viento, la gravedad y las abejas) cumple un papel relevante en la producción y calidad de los frutos de café, aún cuando se reportan valores de autopolinización superiores del 90% (*sensu* Jaramillo, 2012).

Se requiere el desarrollo de investigaciones acerca del efecto de la polinización, ya que con las tendencias mundiales de desaparición de las abejas se debe conocer más acerca de su etología

para así identificar las especies de plantas que más necesitan de la polinización de estos himenópteros.

En los ecosistemas tropicales, tanto naturales como en los agroecosistemas, es de esperar que las interacciones de polinización sean más complejas y numerosas que en las zonas templadas; por esta razón aumenta la necesidad de conocer objetivamente a los polinizadores mediante la investigación en diferentes áreas relacionadas como la biología floral de plantas silvestres y cultivadas, la variabilidad y estado de conservación de la fauna potencialmente polinizadora y su influencia en los rendimientos de los cultivos (ICPA, 2009). Por otra parte, la FAO (2010) estima que de las cerca de 100 especies de plantas cultivadas que proporcionan el 90% del suministro de alimentos para 146 países, 71 son polinizados por abejas. La función polinizadora de estos insectos es considerada vital para el mantenimiento de los ecosistemas naturales por lo cual su uso está asociado a proyectos de reforestación y son empleadas como bioindicadores (Sánchez *et. al.*, 2013).

El experimento se ejecutó en dos municipios ubicados en la provincia del Bajo Magdalena al noroccidente del departamento de Cundinamarca. La investigación consistió en evaluar el efecto que tiene la polinización con abejas sobre el desempeño productivo de un cultivo de café (*Coffea arabica*) en los municipios de Guaduas y Caparrapí (Cundinamarca). Se evaluó el desempeño productivo del cultivo de café polinizado por abejas y así mismo se estudió las causas que ponen en riesgo las poblaciones de abejas; de acuerdo a esto se propuso implementar un plan de acción para su conservación, probando que la diversidad y abundancia de los polinizadores presentes en estos cultivos dependen en gran medida de las prácticas de manejo que llevan a cabo los productores. En este trabajo se realizó un muestreo de la diversidad de abejas silvestres presentes en dos sistemas de producción de café y se identificaron las principales especies de abejas que habitan en la zona.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la polinización con abejas sobre el desempeño productivo del cultivo de café (*Coffea arabica*) en los municipios de Guaduas y Caparrapí (Cundinamarca).

### 2.2 Objetivos específicos

1. Analizar los efectos que tiene la polinización en la producción de café (*Coffea arabica*) en cuanto a la calidad y cantidad de frutos
2. Determinar la presencia de abejas en el cultivo de café para seguimiento de su intervención
3. Evaluar económicamente mediante la utilidad marginal los tipos de polinización planteados (Libre polinización, Autopolinización, Polinización anemófila e hídrica)

### 3. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 Generalidades

La polinización es un proceso de gran importancia en los ecosistemas para la conservación y el mantenimiento del equilibrio de la naturaleza y plantas cultivadas. De acuerdo a la FAO (2000), la pérdida de servicios de polinización está bien documentada en muchos casos concretos; cuando los polinizadores manejados por el hombre, como las abejas, afrontan una serie de amenazas que los debilitan, los servicios de los polinizadores silvestres se hacen aún más esenciales mediante la Iniciativa internacional para la conservación y el uso sostenible de polinizadores.

Actualmente, se han descrito más de un millón de especies de insectos y dentro de ellos, los que pueden considerarse como mutualistas de polinización pertenecen a los grupos siguientes: coleópteros, lepidópteros, dípteros e himenópteros. Es precisamente en este último grupo de insectos donde se encuentran los polinizadores más eficaces y con adaptaciones especiales; en las zonas de clima templado se ha estimado que el 70-95% de los insectos polinizadores son himenópteros, especialmente abejas solitarias, abejorros y *Apis mellifera* (Leon, 2006).

Las abejas son consideradas como las más eficientes polinizadoras; en estudios realizados por Corpoica (2006), de cada 100 insectos visitantes, entre 70 y 80 son abejas, proporción que ha venido aumentando hasta alcanzar 90% del total de insectos observados. Pero a nivel mundial se ha venido presentando una tendencia de desaparición de especies polinizadoras silvestres, como abejorros, abejas solitarias, avispas, dípteros y coleópteros. La disminución de estas especies y su aporte a la polinización, tiene su origen principalmente en la implementación de técnicas inadecuadas en los procesos de producción, como el uso indiscriminado de insecticidas, herbicidas y abonos químicos, la tala continua de bosques y la contaminación de las fuentes hídricas; además en el incremento de las superficies dedicadas al establecimiento de nuevas poblaciones humanas, que ha llevado a una degradación progresiva del medio ambiente, extinguiendo algunas especies de la flora y fauna (Vasquez *et al.*, 2006).

Estamos presenciando un aumento en los procesos de producción de la agricultura los cuales se han debido a la implementación de nuevas tecnologías y prácticas modernas que han conllevado a un mejoramiento en los índices de producción y calidad de productos cosechados. Sin embargo, en forma simultánea se observa un descenso en la diversidad genética por encontrarse en áreas enormes de plantaciones de un sola especie como lo es el café, esto conduce a la pérdida de variabilidad genética.

Según Nogueira (1981, citado por León, 2006) como causa de la intensificación de cultivos de una sola especie se ha observado en el transcurrir de los años una disminución en el número de especies de abejas nativas, conduciendo a que muchas especies de plantas tengan problemas en la producción de semillas y por lo tanto en la propagación, por depender de algún tipo de insecto específico para su polinización. Esto se constituye en un retroceso de la coevolución endémica, en donde el insecto depende de la planta y viceversa.

Geográficamente Colombia está ubicada en una zona tropical caracterizada por tener variedad de climas, suelo, diversidad de fauna y flora, aparte de esto características sociales, culturales y económicas aptas para llevar a cabo diferentes tipos de producciones. En el caso de la flora



encontramos plantas productoras de polen y néctar, lo que las hace propicias para la utilización de alternativas de producción, como la polinización, la cual general aumentos en 10% o más veces el valor de la producción de miel por ocupar el lugar más destacado entre los insectos polinizadores (Salamanca, 1998). La diversidad de productos generados por la explotación apícola, la contribución de las abejas como agentes polinizadores a la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola y la alta demanda de las industrias, hacen de la apicultura una alternativa de producción animal con mayor interés para el fortalecimiento y diversificación del sector agropecuario colombiano (Vásquez y Tello, 1995). Como lo menciona Macías *et al.* (2009), las abejas hacen una importante contribución económica a los cultivos; en el Neotrópico las abejas son reconocidas como piezas clave en la conservación de los ecosistemas y la forma más común de reproducción en las plantas nativas; sin embargo, los granjeros tienen prácticas de manejo inadecuadas como el uso de pesticidas en sus cultivos conllevando efectos negativos en la apifauna tropical.

Es importante analizar diferentes factores que pueden afectar la producción del fruto de café: entre éstos, el manejo que le da el productor a los cultivos y el número de especies de abejas que visitan las flores. En un estudio realizado en Indonesia por Klein *et al.* (2003) se compararon 24 sistemas agroforestales evaluando el número de especies que visitan el cultivo (20 especies), explicando que la abundancia no explica la variación en el cuajado sino que es una variable determinada por la diversidad de especies pues éstas son importantes para el éxito del proceso de polinización. Una de las conclusiones reportadas por los autores está basada en la relación entre las funciones de los ecosistemas como polinización y biodiversidad pues allí se determinaron otras características como la visita de especies solitarias a las flores. La posible variación de esta diversidad de especies está fundamentada en la disminución de abejas sociales por el factor de lejanía de los bosques mientras que la diversidad de especies solitarias aumentó con la intensidad lumínica. Para mejorar los rendimientos productivos de los agricultores se sugirió la conservación de bosque y sistemas agroforestales gestionados adecuadamente, concluyendo así que el aumento en la diversidad de estas 20 especies aumenta directamente el cuajado del 60 al 90 % teniendo en cuenta que para esta región de estudio (Indonesia) los agricultores deben conservar la diversidad de abejas para mejorar su producción de café y así mismo los sistemas agroforestales cercanos y la presencia de abejas sociales.

En Colombia, la polinización dirigida puede convertirse en una estrategia importante para mejorar la cantidad y la calidad de los productos agrícolas, satisfaciendo así las necesidades de alimento para la población humana. En nuestro medio, la explotación apícola se considera sólo como productora de miel y polen, desconociendo su potencial como agente polinizador que apoya el desarrollo agrícola y comercial de una región. Además, la producción agrícola colombiana afronta el reto de ser más competitiva y sostenible para insertarse eficazmente en los mercados nacionales e internacionales sin deterioro de los recursos naturales (Vásquez *et al.*, 2006).

### **3.2 La polinización biótica como servicio ecosistémico**

La polinización biótica es un servicio ecosistémico resultante de la interacción mutualista entre la necesidad de las plantas para movilizar su polen hasta estigmas específicos usando para ello un animal como vector del polen y la necesidad de los animales de encontrar en las plantas recursos para su alimentación y su reproducción. Así, la interacción planta- polinizador involucra,

fundamentalmente, elementos del componente reproductivo de la ecuación para las plantas y elementos tanto de la supervivencia como de la reproducción por los animales (ICPA, 2009).

### **3.3 La flor del café**

Los órganos florales son estructuras complejas cuyo plan organizacional está muy conservado, constituido por unas piezas infértiles que protegen y atraen (sépalos y pétalos) y por unas piezas fértiles con función reproductiva (estambres y carpelos); las flores de café generalmente se abren un poco antes del amanecer y duran abiertas durante dos días, pero usualmente son atractivas para los insectos visitantes sólo durante el primer día (Free, 1993). La flor del café posee los cuatro tipos de estructuras propias de una flor completa: dos estructuras estériles (cáliz y corola), y dos estructuras fértiles: los carpelos (ovario, estilo y estigma) y los estambres (Arcila, 2007).

La flor posee cinco estambres de 6 a 8 mm de largos, los cuales se insertan entre los lóbulos de la corola, donde cada estambre posee una antera con cuatro sacos polínicos. El estilo y los estigmas poseen una longitud entre 12 y 15 mm, que los hace sobresalir ligeramente por encima del tubo de la corola. La flor del café posee atractivos para los insectos como los nectarios y una alta producción de fragancia que se producen desde el momento mismo de la antesis y son fundamentales para aumentar las visitas florales (Arcila, 2007).

### **3.4 Cultivo de café y su interacción con el medio ambiente**

Como lo menciona la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2010), el café es un producto de consumo frecuente se podría decir cotidiano en todo el mundo, se produce tanto en zonas tropicales y subtropicales y debido a este consumo masivo en algunas partes no se tiene los cuidados necesarios para la conservación de la biodiversidad sino por el contrario en todo el proceso de producción, procesamiento y distribución que requiere este producto se altera el medio ambiente lo que ha conllevado a los productores a replantearse la metodología de implantar sus cultivos e ir en búsqueda de sistemas de producción agrícola que sean ambientalmente sostenibles y amigables con la biodiversidad que vayan con los estándares de exigencia de sostenibilidad ambiental en el ámbito de producción a nivel internacional. Así logrando disminución en el uso de plaguicidas y fungicidas o por lo menos disminuir su nivel toxicológico que en algunos países son mayores que en otros, deteriorando suelos y la biodiversidad circundante del ecosistema, así como crear asociaciones con sistemas de producción bajo sombra o cercano al bosque que protegen los cultivos de la radiación solar excesiva.

### **3.5 Extinción de las abejas**

Según el informe "Bee Health" publicado en 2013 por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) las abejas son indispensables en la naturaleza para el mantenimiento de la biodiversidad de varios tipos de cultivos y plantas en el mundo; pero en los últimos 10 a 15 años se ha venido presentando una problemática con estos himenópteros y cada vez el número de abejas desciende cada día más en todo el mundo pero en particular en países como Francia, Reino Unido, Italia, España, Bélgica y Suiza. Planteando como causa de esta desaparición la deforestación, agricultura intensiva, expansión de la frontera agrícola y ganadera, uso indiscriminado de plaguicidas,

urbanización y especies invasoras, argumentando esto con la investigación realizada por Wilson (2009) sobre los efectos ecológicos de una avispa invasiva social sobre comunidades Hawaianas de artrópodos, en el cual menciona que la introducción de nuevas especies a la naturaleza altera la biodiversidad dentro de un ecosistema y pueden poner en peligro el funcionamiento normal de este convirtiéndose en una de las principales causas de la extinción de las abejas ya que las especies nativas pueden verse alteradas seriamente cuando se ven invadidas por especies nuevas.

### 3.6 Clases de trampas

Se utilizan diferentes métodos para la captura de abejas

**Método de jameo:** se establecen dos transeptos diagonales de 100 metros de largo por 2 metros de ancho cada uno, los cuales se recorren al azar durante todo el día con una red entomológica.

**Método Malaise:** constituidas cada una por una malla de 2 metros de ancho por 2 metros de alto, de base en malla negra y parte alta con malla blanca. (Pardo, 1999)

**Método Van Somer:** consiste en ubicar al azar en cada transepto dos trampas constituidas de un cilindro forrado en tul con un plato en la base y sobre el cual se coloca el cebo que puede ser pescado en descomposición. (Pardo, 1999)

**Método con esencias:** se utilizan tarros plásticos con orificios, fondo con agua y detergente y con un tarro interior en el cual se coloca las esencias (eugenol, metil salicilato y cineole o eucaliptol). (Pardo, 1999)

**Método con solución azucarada:** consiste en platos de color amarillo en los cuales se deposita una solución al 50 % de azúcar y agua que se colocan al azar. (Pardo, 1999)

Los más eficientes en una captura son:

| Estado   | Individuos capturados/ método |         |         |      |          |
|----------|-------------------------------|---------|---------|------|----------|
|          | Color                         | Pescado | Malaise | Jama | Esencias |
| Rastrojo | 84                            | 96      | 118     | 240  | 21       |
| Bosque   | 29                            | 127     | 30      | 255  | 123      |

\*Tomada de (Pardo, 1999)

### 3.7 Captura de abejas

En la época de floración del café la es común ver enjambres en tránsito o posados en algún lugar como menciona Nájera (2010). Cuando veamos un enjambre posado en un árbol o en alguna construcción de fácil acceso, podemos atrapar ese enjambre, metiéndolo dentro de un costal o alguna bolsa donde las abejas no se asfixien; o también podemos meterlo directamente a una colmena que tengamos vacía. Para atraparlos debemos estar protegidos con el equipo apícola y con las herramientas para poder manejar el enjambre.

Es importante proceder con precaución para evitar posibles accidentes por picaduras a personas y animales que pudieran estar cercanos. Es muy importante que la reina quede dentro del recipiente donde estamos atrapando el enjambre, pues si la reina no queda adentro las abejas abandonarán el recipiente, para seguir a su reina. Aunque es muy difícil ver a la reina dentro del enjambre, a veces es posible atraparla en una jaula, y con eso podemos llevar al enjambre a donde deseemos. Ya introducido el enjambre en una colmena, debemos proporcionarle alimento, bastidores con cera estampada o si tenemos panales ya contruidos. Es mejor si desde el inicio le adicionamos algunos panales con cría y reservas de alimento, obtenidas en otra colonia, lo cual aumentará las posibilidades de que el enjambre se establezca bien en esa colmena. (Najera, 2010)

### **3.8 Economía ambiental**

En este contexto, para aplicar la lógica costo-beneficio de la economía ambiental a los bienes libres que integran el medio ambiente se debe empezar por la valoración, ya sea implantando la propiedad y el mercado sobre ellos o simulando dicho mercado para imputarles valores teóricos apoyados sobre el cálculo de “costos de oportunidad”, “precios hedónicos”, “valoraciones contingentes”, etc. Así, el discurso ambientalista parte de la misma premisa que el capitalismo: define la naturaleza como un conjunto de recursos utilizables por la sociedad y considera que el hábitat natural se halla al servicio de la especie humana, aunque introduce en su análisis toda una serie de medidas relacionadas con la tecnología y la gestión de recursos (Naredo, 2002).

El objetivo primordial de la política económica ambiental es devolver el círculo de impacto ambiental asegurando que la actividad económica no viole las restricciones de la sostenibilidad así como proteger los intereses de las generaciones futuras sin descartar mejorar el bienestar actual. . En este contexto resultaría más efectivo mejorar la eficiencia ambiental de la producción (Naredo, 2002).

### **3.9 Producción actual de café en Colombia**

Entre enero y mayo del 2014 se produjeron 569.000 sacos más que en el mismo periodo del año 2013. La producción de café de Colombia en los cinco primeros meses del año fue de 4,02 millones de sacos de 60 kilos, un 14 % más que en el mismo periodo de 2013 (El Tiempo, 2014). En los últimos doce meses el crecimiento de la producción fue todavía mayor, del 30%, hasta los 11,5 millones de sacos, mientras que en el periodo comprendido entre junio de 2012 y mayo de 2013 había sido de 8,8 millones de sacos. La Federación de Cafeteros atribuyó el resultado a "las mejores condiciones y estado de los cafetales colombianos" que han sido renovados gradualmente para mejorar su productividad y la resistencia a las plagas.

También crecieron las exportaciones del grano: el 23% entre enero y mayo hasta los 4,5 millones de sacos, las ventas externas de los últimos doce meses fueron de 10,5 millones de sacos, un 31% más que en el periodo comparado, agregó el balance del gremio (El Tiempo, 2014)

### 3.10 Marco legal

La legislación colombiana sobre la producción agropecuaria busca normalizar el óptimo avance técnico y tecnológico de las actividades productivas, brindando todo tipo de herramientas para el desarrollo agrícola y agroindustrial velando por la conservación de la biodiversidad (Silva y Arcos, 2006).

La apicultura colombiana no cuenta con una ley apícola que regule exclusivamente el desarrollo de la actividad y que adopte medidas específicas para el manejo y el control de las abejas y sus productos. No obstante, existen otras normas de carácter general, que se relaciona con el manejo de algunas de las actividades desarrolladas en las diferentes fases del proceso productivo (Silva y Arcos, 2006).

Por otro lado, las abejas melíferas (*Apis mellifera*) son clasificadas como animales domésticos y la práctica de la apicultura no requiere en nuestro país de ninguna autorización por parte de las autoridades ambientales. Sin embargo, la clasificación como animales domésticos presenta una inconsistencia, dado que las abejas desarrollan un comportamiento llamado enjambrazón, el cual se manifiesta con el abandono de la colmena por el desplazamiento de la colonia. Basados en lo anterior, se puede deducir que las abejas pasan de ser animales domésticos a silvestres luego de que estas enjambran, abandonan el apiario y se instalan libremente en el ambiente (Silva y Arcos, 2006).

Las entidades que mediante la legislación ambiental regulan o administran los recursos naturales, en especial la fauna silvestre, no incluyen a las abejas melíferas en sus protocolos; por lo tanto, las abejas sin importar el medio en donde se cultiven, desarrollen o se capturen, siguen siendo animales domésticos. Frente a esa apreciación no hay claridad jurídica y por ello la legislación para fauna silvestre no puede ser aplicada a esta especie.

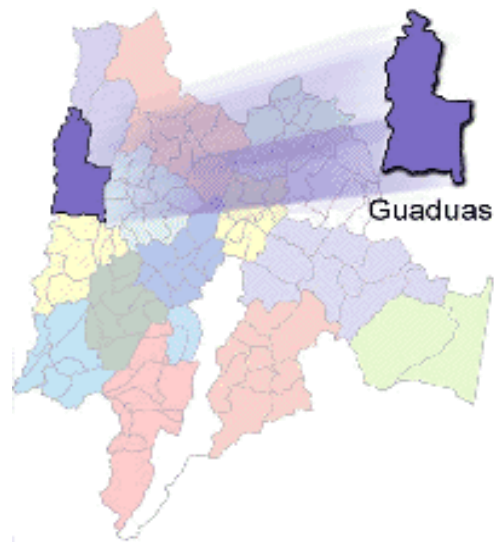
El marco normativo que de alguna manera se encuentra relacionado con la apicultura se agrupa en dos bloques: un marco general, el cual involucra las normas de interés ambiental y un marco legal específico para la apicultura (Silva y Arcos, 2006).

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Descripción del área de estudio

#### 4.1.1 Ubicación y Características agro climatológicas:

Guaduas se localiza al noroccidente del Departamento de Cundinamarca, con una distancia a Santa fe de Bogotá por carretera de 114 kilómetros vía Sasaima y 117 kilómetros vía la Vega. Su territorio tiene un área de 757 kilómetros cuadrados y limita por el norte con Puerto Salgar, por el oriente con Caparrapi, Útica, Quebrada negra y Villeta, por el sur con Vianí y Chaguaní y por el occidente con los Departamentos de Caldas y Tolima. Dentro de su territorio están las inspecciones de Guaduoero, La Paz y Puerto Bogotá. Sus pisos térmicos se reparten entre cálido y templado (Alcaldía de Guaduas, 2012).



**Figura 1.** Mapa Municipio guaduas (Cundinamarca)

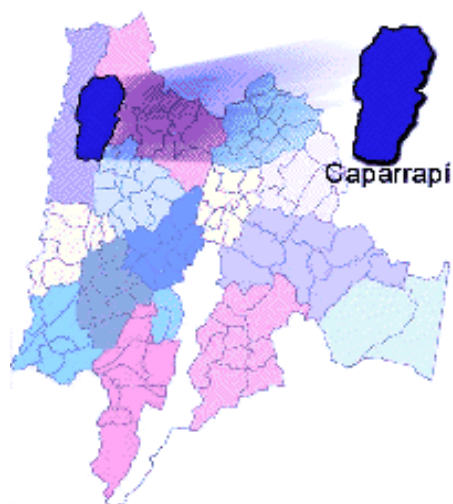
Fuente: [http://www.guaduas-cundinamarca.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1592475](http://www.guaduas-cundinamarca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1592475)

**Tabla 1.** Caracterización de las fincas de Guaduas

| Finca         | Área cultivada (Ha) | Nivel de producción | Enfermedades                   | Plaguicida/herbicida                      | Producto Orgánico               | Sistema de producción |
|---------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|
| Pablo Ramírez | 4                   | 5.500               | Broca<br>Mancha Hierro         | Lorvan                                    | Ajo<br>Aji<br>Altamisa          | Cercano al bosque     |
| Juan Rojas    | 6                   | 24.000              | Broca<br>Roya<br>Mancha Hierro | Amitraz<br>Cropein<br>Oxicloruro de cobre | Bassai<br>Beauveria<br>bassiano | Bajo sombrío          |

El municipio de Caparrapí está localizado al noroccidente del departamento de Cundinamarca y hace parte de la provincia de Río Negro; su cabecera municipal se encuentra ubicada en la ladera de la cuenca del río Pata, situada a los 5°21" de latitud Norte y 74°30" de longitud oeste del meridiano Greenwich. Caparrapí se encuentra ubicado sobre la cordillera oriental, correspondiente a la región Andina; esta región comprende el sistema montañoso de los Andes. La montaña cundinamarquesa corresponde por orografía a la cordillera oriental de los Andes que al entrar al territorio se abre en dos brazos, uno oriental y otro occidental; en este último está localizado el municipio de Caparrapí (Alcaldía de Caparraí,2012).

Sus cuencas hidrográficas son estructuras naturales en las cuales se desarrollan diversidad de flora, fauna, suelos y climas. Caparrapí se encuentra en la cuenca del Río Negro; posee áreas de interés ecológico aferentes al río Patá a partir de la confluencia de las quebradas Minasal y Quebrada Honda, en la formación montañosa denominada Loma Alto Seco, dotadas de un pequeño bosque de variedades nativas. Sobre el mismo cauce es de gran importancia ecológica el sitio denominado el Patá donde se encuentra desarrollada una infraestructura con fines turísticos y de esparcimiento, en la que se encuentra un bosque húmedo y natural (Alcaldía de Caparrapí, 2012).



**Figura 2.** Mapa Municipio Caparrapí (Cundinamarca)

Fuente: [http://www.caparrapi-cundinamarca.gov.co/mapas\\_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=2087114](http://www.caparrapi-cundinamarca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=2087114)

**Tabla 2.** Caracterización de las fincas de Caparrapí

| <b>Finca</b>        | <b>Área cultivada (Ha)</b> | <b>Nivel de producción</b> | <b>Enfermedades</b>               | <b>Plaguicida/herbicida</b>  | <b>Producto Orgánico</b>     | <b>Sistema de producción</b> |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Francined Cifuentes | 6                          | 20.000                     | Broca<br>Roya<br>Hormiga amarilla | Lorvan<br>Random             | Ajo<br>Ají<br>Guarapo fuerte | Cercano al bosque            |
| Alirio Pava         | 5                          | 8.200                      | Broca<br>Roya<br>Mancha Hierro    | Lorvan<br>Nutremin<br>Rafaga | No se utiliza                | Bajo sombrío                 |

## **4.2 Tratamientos**

Con el fin de conocer el efecto de las abejas en la formación de los frutos de café con relación en el sistema de producción se evaluaron dos sistemas: café cercano al bosque y café bajo sombrío.

Las características de las fincas de Guaduas: Altura de 1.100 m sobre el nivel del mar y mantiene un clima de 24 °C aproximadamente con café bajo sombrío.

Características de las fincas escogidas en el municipio de Caparrapí: se diferencia por una altura aproximada de 1.300 sobre el nivel del mar con un clima de 23 °C con café cercano al bosque.

**4.2.1 Polinización por viento y gravedad:** se seleccionó una rama con botones en pre-antesis y se cubrió la rama con una manga entomológica, la estructura permitió la entrada de luz, viento y agua a las flores pero impidió el ingreso de polinizadores.





**Figura 3.** Polinización por viento y gravedad

**4.2.2 Autopolinización** (polinización autógena): La rama seleccionada se cubrió con una manga entomológica recubierta en su interior con papel “mantequilla” con el fin de impedir el arribo de polinizadores cargados de polen o de polen de otras plantas transportado por gravedad y por el viento, garantizando de esta forma que los granos formados sean del polen de la misma flor. La manga y el papel fueron retirados a los 20 días de realizar el tratamiento (Jaramillo, 2012).



**Figura 4.** Autopolinización

**4.2.3 Polinización abierta:** Este tratamiento consistió en dejar la rama a libre exposición, la cual nunca se cubrió con la manga entomológica de tal manera que los frutos obtenidos sean producto tanto de autopolinización y polinización cruzada.



**Figura 5.** Polinización abierta

Estos tres fueron marcados cada uno con cinta celoseda (cinta de regalo) rotulando con códigos para la identificación de cada uno.

**Tabla 3.** Códigos de marcación por tratamiento

| <b>Tratamiento</b>             | <b>Café con sombrío</b> | <b>Café cercano al bosque</b> |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Viento y gravedad              | Finca#plantaV#nudosCS   | Finca#plantaV#nudosCB         |
| Autopolinización               | Finca#plantaA#nudosCS   | Finca#plantaA#nudosCB         |
| Control (Polinización Abierta) | Finca#plantaC#nudosCS   | Finca#plantaC#nudosCB         |

Una vez aplicados los tratamientos se contó el número de flores tratadas por rama y se marcó aquellos brotes sin abrir durante la experimentación. Nuevamente embolsamos las ramas de polinización. Siete semanas después del principal periodo de floración se retiró todas las bolsas y se contó el total de óvulos verdes para cada una de las ramas de todos los tratamientos, con lo cual se calculó el porcentaje de amarre de frutos. Se realizaron monitoreos mensuales para reforzar los tratamientos y verificar el adecuado progreso de las plantas de café (Jaramillo, 2012).

Para medir la calidad del café se evaluaron las siguientes variables:

- Peso de los frutos
- Diámetro polar y Ecuatorial
- Tamaño de la semilla
- Cantidad de frutos

#### **4.3 Análisis de efectos de la polinización (Objetivo 1)**

Para analizar los efectos benéficos que tiene la polinización sobre la calidad y cantidad de frutos se tomó como base dos sistemas de producción cada uno diferenciados por su constitución:

**4.3.1 Cafetales con Sombrío:** Comúnmente los cafetales tienen asociaciones con especies empleadas con el propósito de brindar sombrío frecuentemente estos son: Guamo (*Inga spuria*), Carbonero (*Albizzia carbonaria*), Cámbulo (*Erythrina fusca*), Nogal cafetero (*Juglas regia*) y Leucaena (*Leucaena* sp). Los árboles de sombrío en los cafetales permiten regular la disponibilidad del agua y atenuar los efectos negativos que los períodos prolongados de sequía causan sobre la producción. Además, contribuyen a mantener la fertilidad del suelo, reciclan nutrientes, aportan gran cantidad de materia orgánica (Farfán y Mestre, 2004).



**Figura 6.** Café bajo sombrío

**4.3.2 Café cercano a bosque:** Consiste en un lote de café sembrado a menos de 10 m de un bosque natural. Se asume entonces, que la cercanía de este bosque puede influir en la productividad del cultivo y que además alberga poblaciones de insectos polinizadores que igualmente pueden modificar la productividad (Jaramillo, 2012).

El experimento se inició en la época de floración del café (agosto 2014) con 120 unidades muestrales (10 por tratamiento) en cada finca con plantas homogéneas de flor en estado de pre-antesis a partir de ese momento se procedió con los tres tratamientos a realizar:





**Figura 7.** Café cercano al bosque

#### **4.4 Captura de abejas (Objetivo 2)**

Para la colecta de abejas se utilizó una red entomológica con la cual se atraparon los insectos que estaban pecoreando en la flor del café; posteriormente se introdujeron en cámaras letales para su identificación en el laboratorio, asegurándonos que las abejas capturadas tuvieran contacto directo tanto con las plantas como con sus partes sexuales de la flor del café, así mismo se registró anotaciones de cuál era el recurso que había sido recolectado (el polen y/o néctar), se observó y anotó el comportamiento de cada individuo, así como el número de individuos por especie, duración de la visita y frecuencia del visitante floral.

También se colocaron una serie de trampas para captura de abejas fabricadas con botellas Pet y con extracto para cada especie (*Melipona*; *Scaptotrigona pectoralis*, *Nannotrigona*, *Tetragonisca angustula*) se colocaron 20 trampas por cada finca aleatoriamente, 5 botellas por cada especie para un total de 80 trampas, se hizo monitoreo cada mes para observar que especies hallan enjambrado.

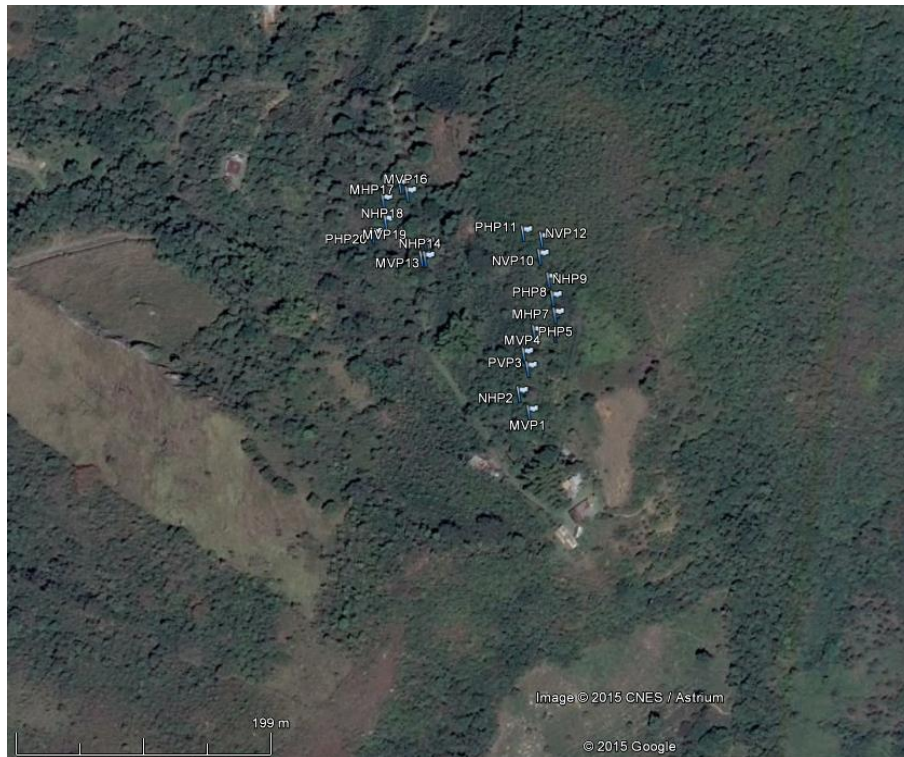


**Figura 8.** Trampas finca Francined Cifuentes (Caparrapi)

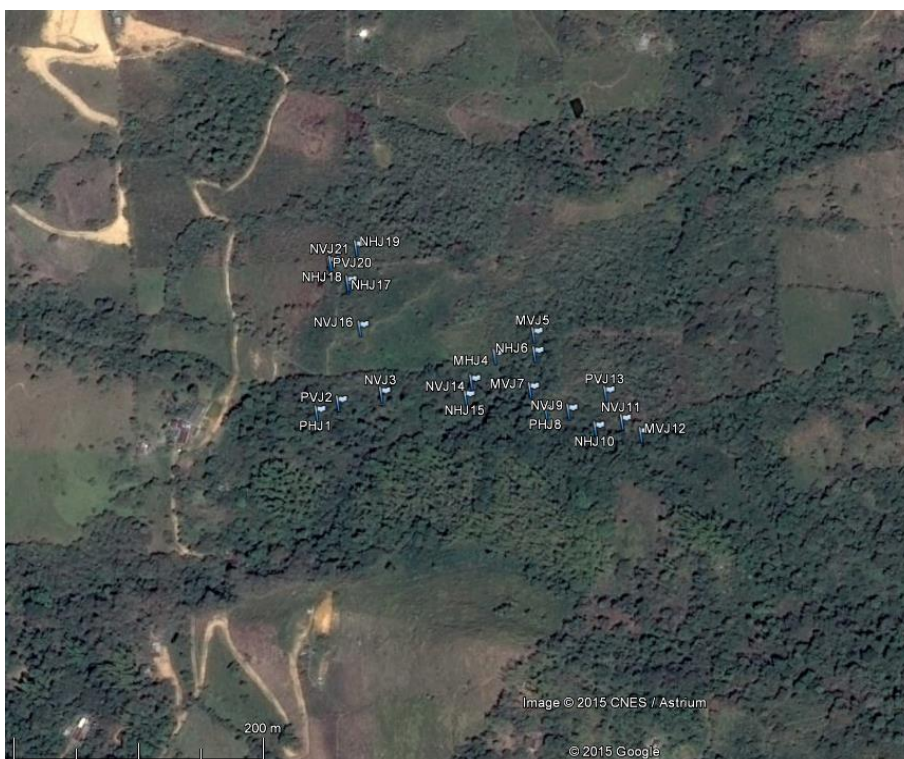


**Figura 9.** Trampas finca Alirio Pava (Caparrapi)





**Figura 10.** Trampas finca Juan Ardila (Guaduas)



**Figura 11.** Trampas finca Pablo Ramírez (Guaduas)

Los individuos capturados se sacrificaron con cámaras letales y se depositaron en frascos. Posteriormente, en el Laboratorio de Investigación de Abejas de la Universidad Nacional de Colombia (LABUN) fueron identificados hasta nivel de especie. Así mismo se realizó una clasificación taxonómica de los insectos recolectados en el área de estudio. A través de esta recolección e identificación de los insectos pudimos saber cuáles fueron los posibles polinizadores de plantas entomófilas en este tipo de clima. Por otro lado se contribuyó a la conservación de los polinizadores olvidados teniendo presente que la situación de las abejas cada vez es más crítica y sumado a su escaso conocimiento es necesario, no sólo seguir con el inventario de la fauna Apoidea de Colombia, sino también estudiar las relaciones precisas con la vegetación.

#### **4.5 Rentabilidad de la polinización (Objetivo 3)**

Para analizar económicamente los modelos de polinización se tuvo en cuenta la utilidad marginal con la siguiente fórmula:

$$U_{mx} = \Delta U_{tx} - \Delta Q_x$$

$U_{mx}$  = Utilidad de cierto artículo.

$\Delta U_{tx}$  = Incremento o adición de la utilidad total de ciertos artículos.

$\Delta Q_x$  = Incremento o adición de la cantidad de cierto artículo.

Se llevó un trabajo conjunto con la Cooperativa Departamental Cafetera de Cundinamarca LTDA (COODECAFEC) seccional Fusagasugá a la cual llevamos los granos de café obtenidos por cada tratamiento (2 Kilos) y se procedió a hacerles el descerezado en las decerezadora, posterior a esto se colocaron en remojo en agua fría durante 24 horas para provocar así una suave fermentación vital para el aroma del café, se lavó y se dejó secando por una semana. Transcurrida la semana se pesó 250 gramos por cada tratamiento, se trillo y se volvió a pesar; una vez pesada la almendra final COODECAFEC evaluó el grano y dio el valor correspondiente que está dispuesto a pagar por cada kilo teniendo en cuenta el porcentaje de pasilla encontrada.

#### **4.6 Método de análisis:**

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva (medidas de tendencia central, de dispersión y figuras de sus distribuciones). Para establecer si se presentaron o no diferencias de cada una de las variables medidas, en cada uno de los frutos se realizó un Análisis de Varianza paramétrico, para analizar si los datos cumplían con los supuestos: aleatoriedad, normalidad, homocedasticidad e independencia ó un Análisis de Kruskal-Wallis si no cumplían con los supuestos; al existir diferencias se realizaron pruebas *a posteriori* (Tukey, Duncan o LSD Fisher) para establecer dónde se encontraron las diferencias entre los tratamientos.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Análisis de efectos de la polinización

#### 5.1.1 Cantidad de frutos

##### Finca Alirio Pava

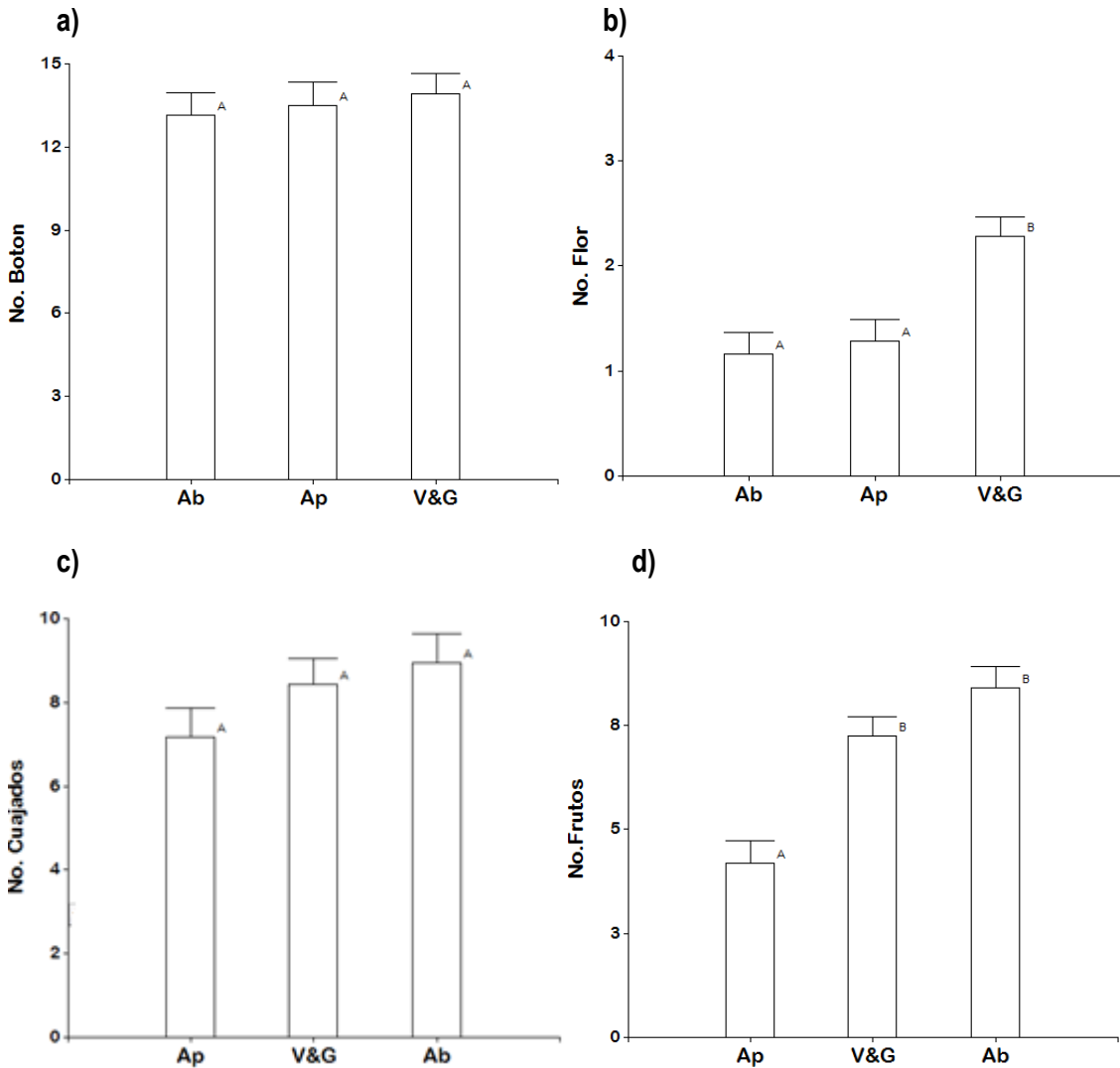


Figura 12. Finca Alirio Pava – Caparrapí. a) No. botones, b) No. Flores, c) No. Cuajados, d) No. Frutos.

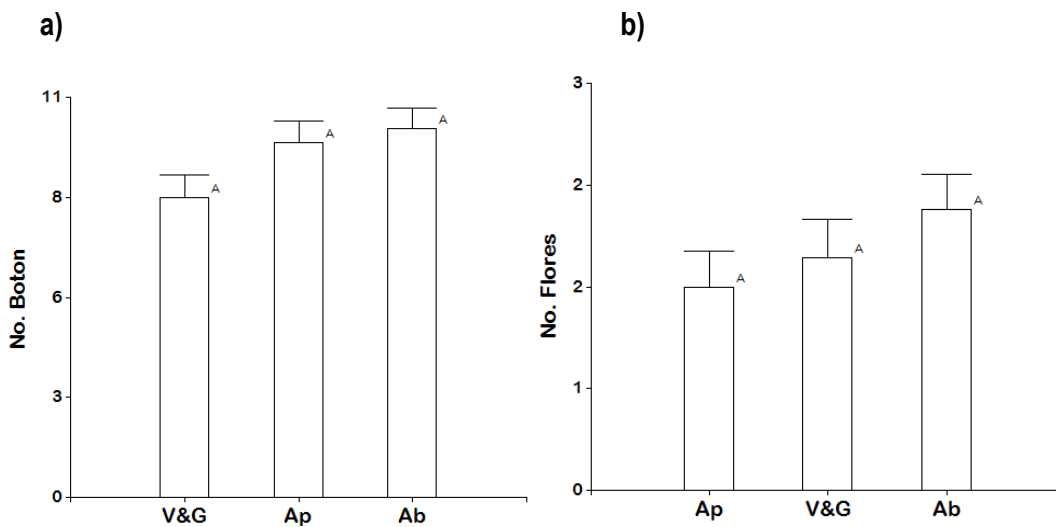
La cantidad de botones que se presentó al iniciar el experimento es uniforme no presenta diferencias significativas ya que se tomó cada rama al azar. Se presentan diferencias estadísticas significativas en el número de flores entre los diferentes tratamientos ( $F= 10,24$ ,  $P<0.001$ ) en el que viento y gravedad presenta el mayor número de flores; en el número de cuajados tampoco hay diferencias significativas pero ya en el número de frutos finales se observa que en autopolinización se presentan abortos de los frutos y este tratamiento como tal tiene diferencias significativas con el resto de tratamientos registrando notoriamente un menor número de frutos.

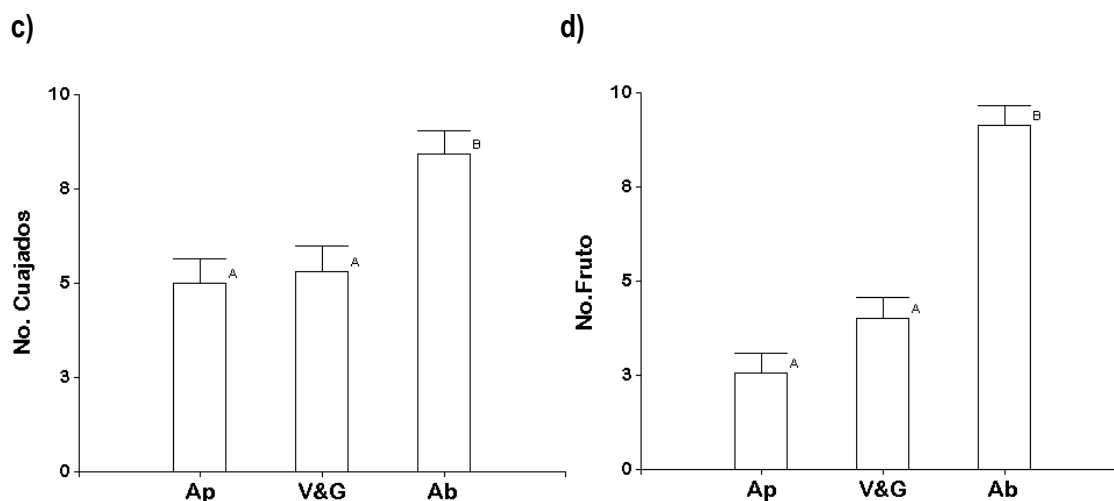


**Tabla 4.** Medidas estadísticas Alirio Pava (Caparrapi)

| Tratamiento | Variable | n   | Media | D.E  | CV     |
|-------------|----------|-----|-------|------|--------|
| Ab          | Botón    | 95  | 13,14 | 7,85 | 59,75  |
| Ab          | Flor     | 95  | 1,16  | 1,48 | 128,05 |
| Ab          | Cuajado  | 95  | 8,95  | 7,46 | 83,37  |
| Ab          | Fruto    | 95  | 8,40  | 5,12 | 60,96  |
| Ap          | Botón    | 94  | 13,51 | 7,73 | 57,22  |
| Ap          | Flor     | 94  | 1,29  | 1,83 | 142,12 |
| Ap          | Cuajado  | 94  | 7,17  | 5,29 | 73,84  |
| Ap          | Fruto    | 94  | 4,20  | 4,56 | 108,50 |
| V&G         | Botón    | 119 | 13,92 | 8,57 | 61,55  |
| V&G         | Flor     | 119 | 2,29  | 2,48 | 108,39 |
| V&G         | Cuajado  | 119 | 8,42  | 7,14 | 84,85  |
| V&G         | Fruto    | 119 | 7,25  | 5,47 | 75,42  |

**Finca Francined Cifuentes**





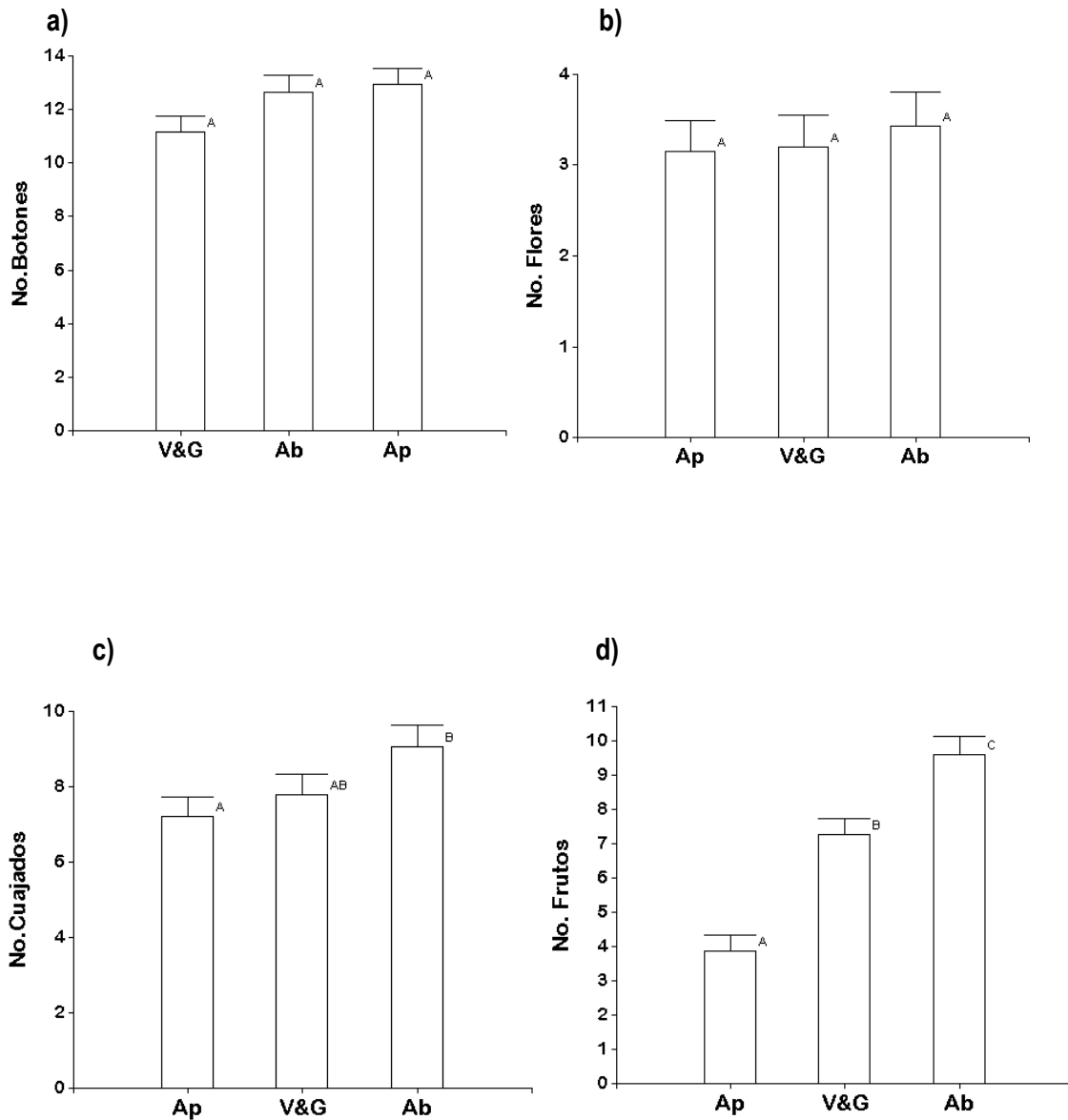
**Figura 13.** Finca Francined Cifuentes- Caparrapi. a) No. Botones, b) No. Flores, c) No. Cuajados, d) No. Frutos

La cantidad de botones que se presentó al iniciar el experimento es uniforme no presenta diferencias significativas ya que se tomó cada rama al azar, igualmente no se presentaron diferencias significativas en cuanto al número de flores por cada tratamiento. El número de botones cuajados no presenta diferencias significativas en relación a los tratamientos aplicados. Observando la figura 13 (d) se presentan diferencias estadísticas entre los tres tratamientos en cuanto al número de frutos, es más eficiente el tratamiento de polinización abierta en cuanto a la producción final de frutos, autopolinización registra gran número de abortos en relación cuajados/frutos.

**Tabla 5.** Medidas estadísticas Francined Cifuentes (Caparrapi)

| Tratamiento | Variable | N   | Media | D.E  | CV     |
|-------------|----------|-----|-------|------|--------|
| Ab          | Botón    | 113 | 10,15 | 6,18 | 60,85  |
| Ab          | Flor     | 113 | 2,07  | 3,31 | 159,86 |
| Ab          | Cuajado  | 113 | 5,79  | 4,59 | 79,33  |
| Ab          | Fruto    | 113 | 9,54  | 6,25 | 92,28  |
| Ap          | Botón    | 103 | 9,76  | 6,45 | 66,07  |
| Ap          | Flor     | 103 | 1,50  | 2,24 | 149,81 |
| Ap          | Cuajado  | 103 | 4,87  | 4,82 | 98,89  |
| Ap          | Fruto    | 103 | 2,68  | 3,33 | 124,35 |
| V&G         | Botón    | 94  | 8,26  | 5,29 | 64,07  |
| V&G         | Flor     | 94  | 1,71  | 2,52 | 147,21 |
| V&G         | Cuajado  | 94  | 5,17  | 4,11 | 79,45  |
| V&G         | Fruto    | 94  | 4,18  | 3,34 | 79,45  |

**Finca Pablo Ramirez**



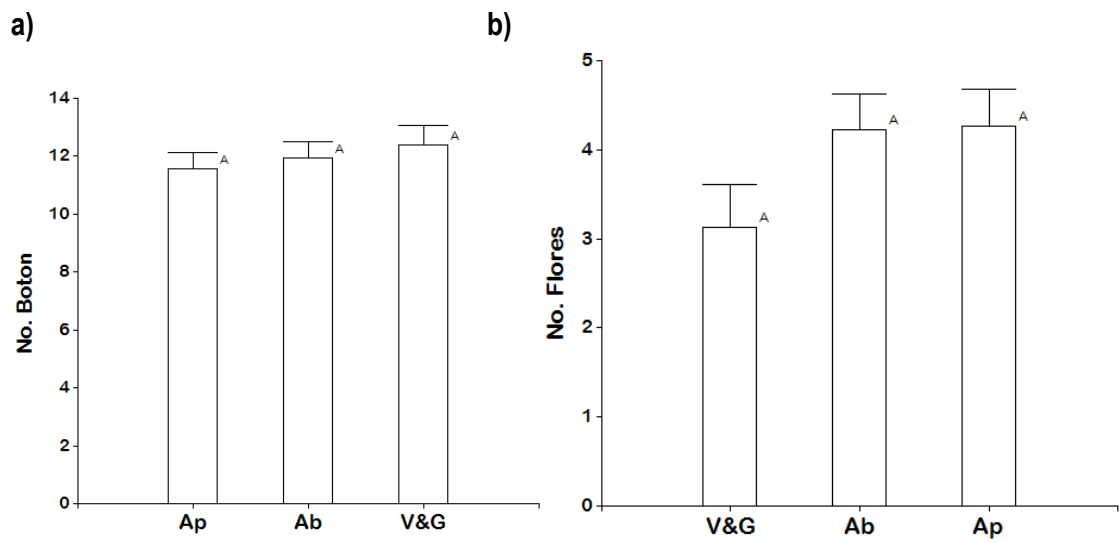
**Figura 14.** Finca de Pablo Ramírez – Guaduas a) No botones, b) No. Flores, c) No. Cuajados, d) No. Frutos.

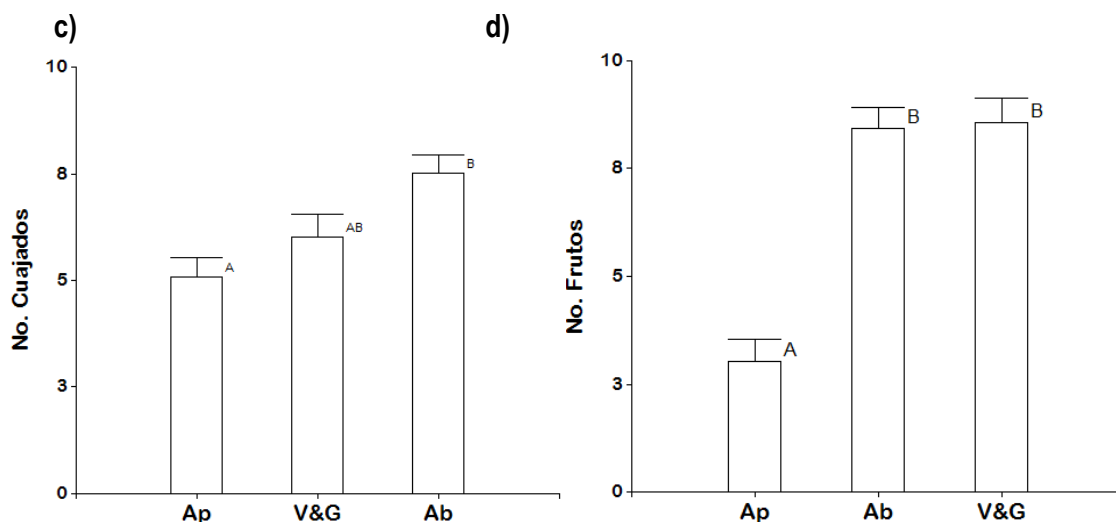
La cantidad de botones que se presentó al iniciar el experimento es uniforme no presenta diferencias significativas ya que se tomó cada rama al azar tampoco se presentan diferencias significativas en el número de flores entre los tratamientos pero en el momento del cuajado se presentan diferencias significativas entre autopolinización y polinización abierta, en el número de frutos final se presentan diferencias significativas entre los tratamientos, el cual muestra como más eficiente en cuanto a la cantidad de frutos en polinización abierta y el menos eficiente notoriamente fue autopolinización.

**Tabla 6.** Pablo Ramirez (Guaduas) medidas estadísticas

| Tratamiento    | Variable | n   | Media | D.E  | CV     |
|----------------|----------|-----|-------|------|--------|
| <b>Ab</b>      | Botón    | 90  | 12,63 | 5,48 | 43,35  |
| <b>Ab</b>      | Flor     | 90  | 3,47  | 3,93 | 114,53 |
| <b>Ab</b>      | Cuajado  | 90  | 6,76  | 4,56 | 67,50  |
| <b>Ab</b>      | Fruto    | 90  | 9,61  | 5,27 | 54,78  |
| <b>Ap</b>      | Botón    | 111 | 12,92 | 5,21 | 55,78  |
| <b>Ap</b>      | Flor     | 111 | 3,15  | 3,40 | 107,69 |
| <b>Ap</b>      | Cuajado  | 111 | 7,22  | 5,84 | 80,90  |
| <b>Ap</b>      | Fruto    | 111 | 3,87  | 4,47 | 115,50 |
| <b>V&amp;G</b> | Botón    | 102 | 11,15 | 5,83 | 52,28  |
| <b>V&amp;G</b> | Flor     | 102 | 3,21  | 3,23 | 100,80 |
| <b>V&amp;G</b> | Cuajado  | 102 | 5,87  | 4,95 | 84,37  |
| <b>V&amp;G</b> | Fruto    | 102 | 7,26  | 4,74 | 65,31  |

**Finca Juan Rojas**





**Figura 15.** Finca de Juan Rojas- Guaduas a) No botones, b) No. Flores, c) No. Cuajados, d) No. Frutos.

La cantidad de botones que se presentó al iniciar el experimento es uniforme no presenta diferencias significativas ya que se tomó cada rama al azar, en cuanto al número de flores no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, pero se registró que el tratamiento de viento y gravedad presento menor cantidad de estas.

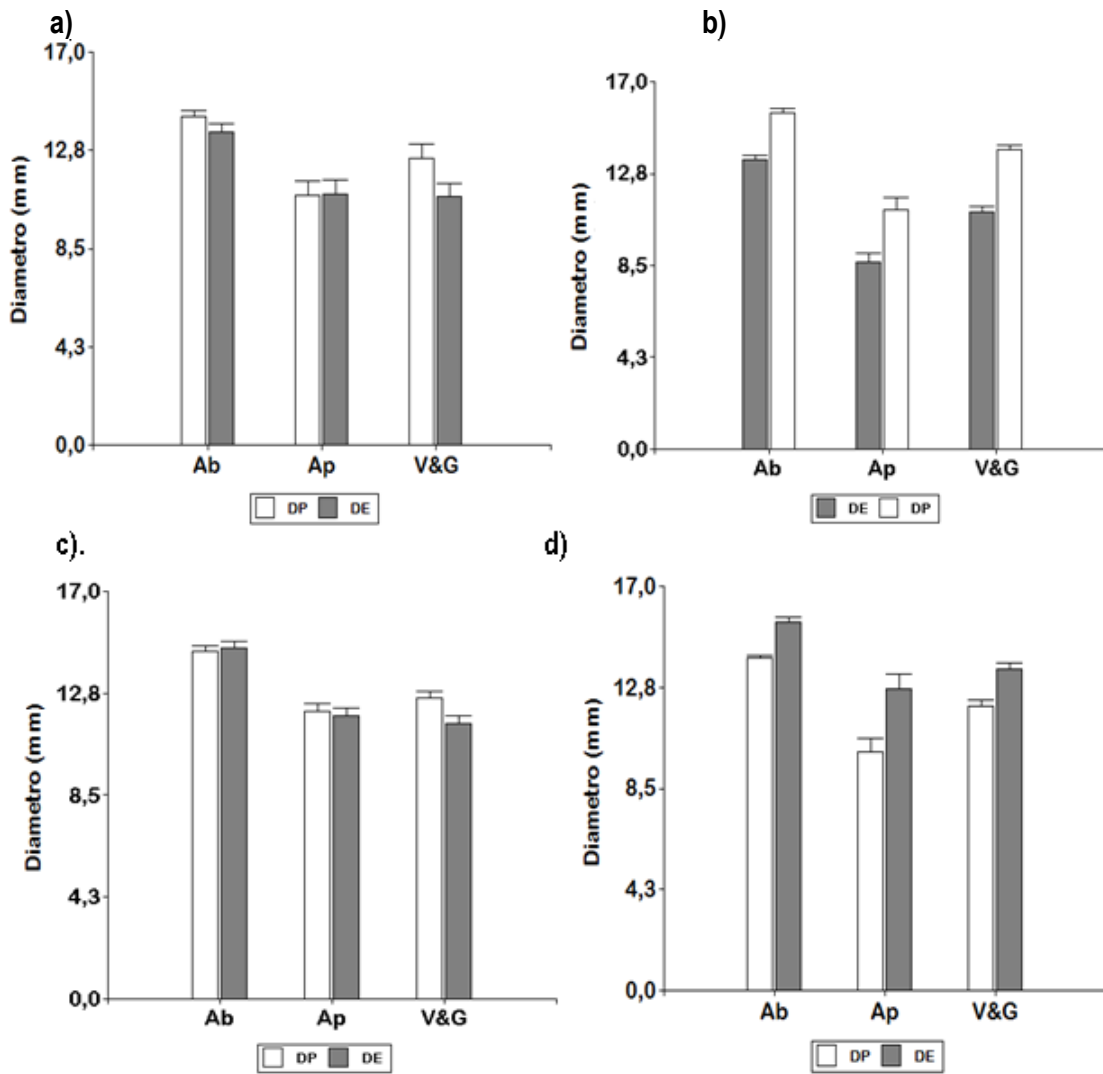
Se presentan diferencias significativas en cuanto al número de cuajados entre los tratamientos, el tratamiento de polinización abierta registro mayor número de cuajados y en los frutos existe diferencias significativas entre los tratamientos de autopolinización referente a polinización abierta y viento y gravedad.

**Tabla 7.** Juan Rojas (Guaduas) medidas estadísticas

| Tratamiento | Variable | N   | Media | D.E  | CV     |
|-------------|----------|-----|-------|------|--------|
| Ab          | Botón    | 100 | 11,94 | 5,72 | 47,94  |
| Ab          | Flor     | 100 | 4,22  | 4,45 | 105,42 |
| Ab          | Cuajado  | 100 | 7,51  | 5,14 | 68,38  |
| Ab          | Fruto    | 100 | 8,44  | 5,75 | 68,16  |
| Ap          | Botón    | 92  | 11,57 | 5,57 | 48,16  |
| Ap          | Flor     | 92  | 4,26  | 4,11 | 96,48  |
| Ap          | Cuajado  | 92  | 5,09  | 3,89 | 76,42  |
| Ap          | Fruto    | 92  | 3,03  | 3,72 | 122,74 |
| V&G         | Botón    | 71  | 12,41 | 5,12 | 41,29  |
| V&G         | Flor     | 71  | 3,13  | 3,26 | 104,40 |
| V&G         | Cuajado  | 71  | 6,01  | 3,93 | 65,40  |
| V&G         | Fruto    | 71  | 8,56  | 4,37 | 51,01  |

## 5.1.2 Cuantificación diámetros y pesos granos de café

### 5.1.2.1 Diámetro Polar y ecuatorial



**Figura 16.** Diámetro polar y ecuatorial de los frutos a) Alirio Pava, b) Francined Cifuentes, c) Pablo Ramirez, d) Juan Rojas

### 5.1.2.2 Peso total, semilla y cascara

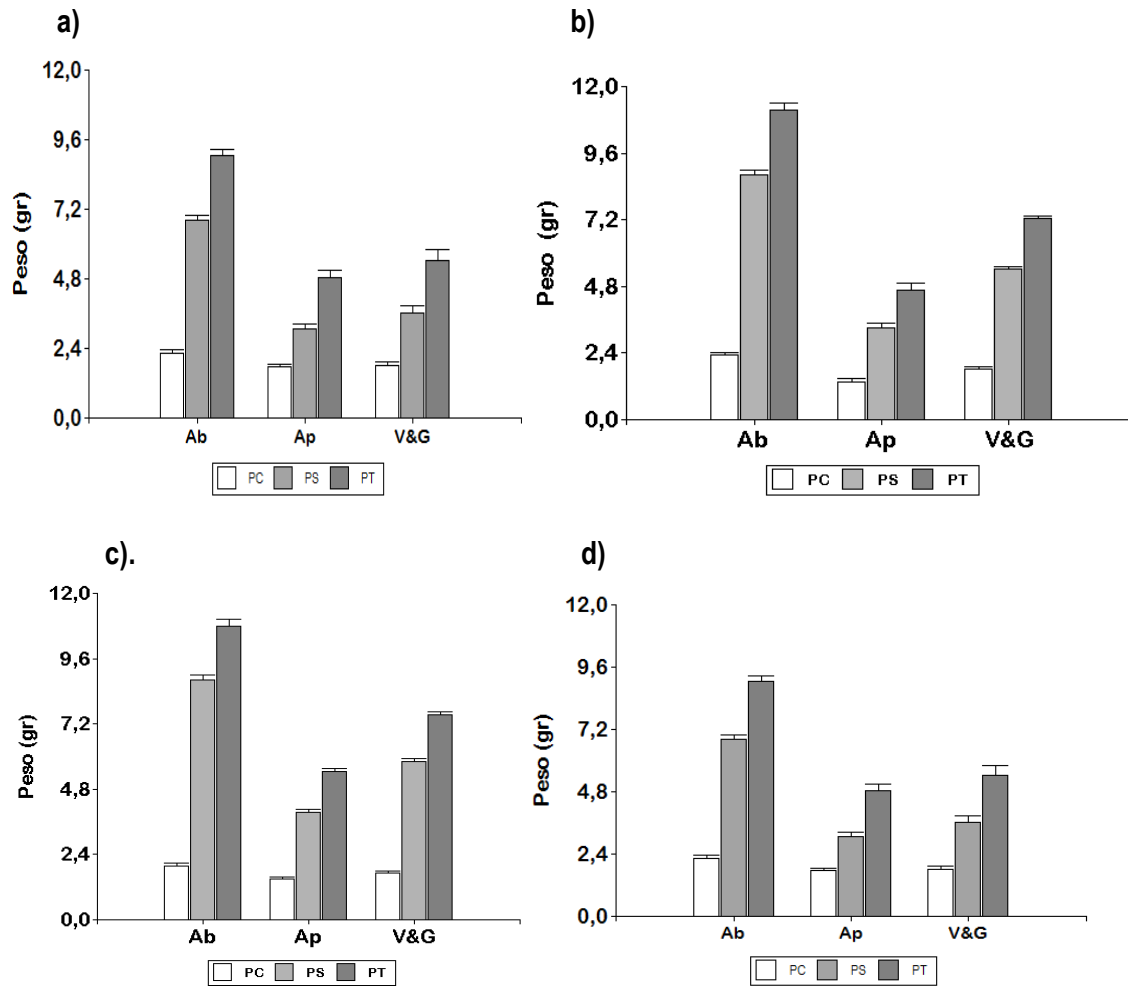


Figura 17. Peso Total, de semilla y cascara a) Alirio Pava, b) Francined Cifuentes, c) Pablo Ramirez, d) Juan Rojas

Tabla 8. Alirio Pava (Caparrapi) Medidas estadísticas Diámetro y peso del fruto

| Variable/tratamiento | Ab           | V&G          | Ap           |                      |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| DE                   | 13,53 ± 2,75 | 10,73 ± 4,05 | 9,07 ± 1,48  | F= 8,95; P= 0,0002   |
| DP                   | 14,19 ± 1,83 | 12,38 ± 4,55 | 10,81 ± 4,17 | F= 10,35; P= 0,0001  |
| PC                   | 2,25 ± 0,88  | 1,82 ± 0,93  | 1,86 ± 1,70  | F= 4,74; P= 0,0101   |
| PS                   | 6,82 ± 1,31  | 3,63 ± 1,8   | 3,09 ± 1,16  | F= 96,54; P= <0,0001 |
| PT                   | 9,07 ± 1,48  | 5,45 ± 2,4   | 4,84 ± 1,77  | F= 70,59; P= <0,0001 |

Para cada tratamiento el n=50

**Tabla 9.** Francined Cifuentes (Caparrapi) medidas estadísticas diámetro y peso del fruto

| Variable/tratamiento | Ab           | V&G          | Ap           |                       |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| DE                   | 13,58 ± 1,73 | 10,99 ± 1,72 | 8,64 ± 13,19 | F= 52,36; P= <0,0001  |
| DP                   | 13,58 ± 1,47 | 13,88 ± 1,39 | 11,07 ± 4,01 | F= 38,68; P=< 0,0001  |
| PC                   | 2,31± 0,66   | 1,81 ± 0,59  | 1,38 ± 0,66  | F= 27,02; P= <0,0001  |
| PS                   | 8,83 ± 1,26  | 5,43 ± 0,69  | 3,29 ± 1,39  | F= 291,80; P= <0,0001 |
| PT                   | 11,14 ± 1,72 | 7,25 ± 0,67  | 4,67 ± 1,73  | F= 248,87; P= <0,0001 |

Para cada tratamiento el n=50

**Tabla 10.** Pablo Ardila (Guaduas) medidas estadísticas diámetro y peso del fruto

| Variable/tratamiento | Ab           | V&G          | Ap           |                       |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| DE                   | 14,63 ± 1,96 | 11,51 ± 2,14 | 11,83 ± 2,12 | F= 34,27; P= <0,0001  |
| DP                   | 14,5± 1,67   | 12,57 ± 1,81 | 12 ± 2,38    | F= 21,98; P=< 0,0001  |
| PC                   | 1,99 ± 0,67  | 1,72± 0,45   | 1,51 ± 0,42  | F= 10,56; P= 0,0001   |
| PS                   | 8,88 ± 1,27  | 5,83 ± 0,76  | 3,94 ± 1,0,8 | F= 319,25; P= <0,0001 |
| PT                   | 10,79 ± 1,75 | 7,55 ± 0,62  | 5,45± 0,74   | F= 272,20; P= <0,0001 |

Para cada tratamiento el n=50

**Tabla 11.** Juan Rojas (Guaduas) Medidas estadísticas Diámetro y peso del fruto

| Variable/tratamiento | Ab           | V&G          | Ap           |                      |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| DE                   | 14 ± 0,73    | 11,95 ± 2,02 | 10,06 ± 3,84 | F= 12,30; P= <0,0001 |
| DP                   | 15,49 ± 1,35 | 13,54 ± 1,87 | 12,67 ± 4,49 | F= 30,13; P=< 0,0001 |
| PC                   | 3,02 ± 0,7   | 2,52± 0,16   | 1,79 ± 0,78  | F= 37,88; P= <0,0001 |
| PS                   | 6,14 ± 0,89  | 4,08 ± 1,45  | 3,64 ± 1,53  | F= 50,77; P= <0,0001 |
| PT                   | 9,16 ± 0,99  | 6,6 ± 1,65   | 5,43± 2,05   | F= 69,05; P= <0,0001 |

Para cada tratamiento el n=50

## 5.2 Captura de abejas

**Tabla 12.** Identificación de abejas encontradas en cada municipio

| Municipio | Finca         | Abeja encontrada  |
|-----------|---------------|---|
| Guaduas   | Pablo Ramírez | <i>Partamona</i><br><i>Apis mellifera</i><br><i>Centris spp 1</i><br><i>Centris spp 2</i> |
|           | Juan Rojas    | <i>Apis mellifera</i><br><i>Scaptotrigona pectoralis</i><br><i>Nannotrigona</i>           |



|           |                     |   |
|-----------|---------------------|---|
| Caparrapi | Alirio Pava         | <i>Partamona</i><br><i>Tetragonisca angustula</i>   |
|           | Francined Cifuentes | <i>Nannotrigona</i><br><i>Scaptotrigona pectoralis</i><br><i>Partamona</i><br><i>Tetragonisca angustula</i> |



**Figura 18.** *Apis mellifera*



**Figura 19.** *Apis mellifera*



**Figura 20.** *Scaptotrigona pectoralis*



**Figura 21.** *Partamona sp*

#### **5.4 Evaluación económica**

Una vez evaluado el grano Coodecafec dio el valor correspondiente que está dispuesto a pagar por cada kilo teniendo en cuenta el porcentaje de pasilla encontrada.

Se destaca que aparte del porcentaje de pasilla obtenido entre cada tratamiento se obtuvo dos kilos de pasilla producto de los tratamientos de autopolinización y un 10 % de viento y gravedad.

**Tabla 13.** Valor kilo por cada tratamiento

| Finca     | Tratamiento | Café sano (%) | Pasilla (%) | Precio (\$) |
|-----------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| Alirio    | Ab          | 92%           | 8%          | 4.650       |
| Francined | Ab          | 96%           | 4%          | 4.850       |
| Juan      | Ab          | 96%           | 4%          | 4.800       |
| Pablo     | Ab          | 96%           | 4%          | 4.800       |
| Alirio    | V&G         | 87%           | 13%         | 4.450       |
| Francined | V&G         | 92%           | 8%          | 4.700       |
| Juan      | V&G         | 85%           | 15%         | 4.300       |
| Pablo     | V&G         | 83%           | 17%         | 4250        |
| Alirio    | Ap          | 50%           | 50%         | 2.000       |
| Francined | Ap          | 50%           | 50%         | 2.000       |
| Juan      | Ap          | 50%           | 50%         | 2.000       |
| Pablo     | Ap          | 50%           | 50%         | 2.000       |

Actualmente se está investigando si los tratamientos de polinización abierta obtenidos de las fincas de Francined Cifuentes (Caparrapi), Pablo Ramírez (Guaduas) pueden ser clasificados dentro de los cafés orgánicos por sus prácticas de fertilización, en dado caso pagarían \$80.000 por carga.

**Tabla 14.** Utilidad marginal kilo por finca

| Finca               | Precio Ab/Kg | Precio V&G/Kg | Utilidad Marginal |
|---------------------|--------------|---------------|-------------------|
| Francined Cifuentes | \$ 4.850     | \$ 4.700      | \$ 150            |
| Alirio Pava         | \$ 4.650     | \$ 4.450      | \$ 200            |
| Juan Rojas          | \$ 4.800     | \$ 4.300      | \$ 500            |
| Pablo Ramirez       | \$ 4.800     | \$ 4.250      | \$ 550            |

**Tabla 15.** Utilidad marginal total producción por finca

| Finca               | Área cultivada (Ha) | Kilos producidos | Precio Ab | Precio V&G | Utilidad Marginal Total |
|---------------------|---------------------|------------------|-----------|------------|-------------------------|
| Francined Cifuentes | 6                   | 20.000           | \$ 4.850  | \$ 4.700   | \$ 3.000.000            |
| Alirio Pava         | 5                   | 8.200            | \$ 4.650  | \$ 4.450   | \$ 1.640.000            |
| Juan Rojas          | 6                   | 24.000           | \$ 4.800  | \$ 4.300   | \$ 12.000.000           |
| Pablo Ramirez       | 4                   | 5.500            | \$ 4.800  | \$ 4.250   | \$ 3.025.000            |

Se determinó la utilidad marginal entre los tratamientos de polinización abierta y viento y gravedad la cual es la diferencia entre los valores del precio por kilo. No se tuvo en cuenta autopolinización que arrojó mayor porcentaje de pasilla lo cual es pérdida para el productor.

## 6. DISCUSIÓN

La actividad cafetera en Cundinamarca se ha fortalecido en la vertiente occidental de la cordillera oriental en donde la biodiversidad de los ecosistemas y el compromiso de los productores han preservado el cultivo como sustento para su economía. En el bajo Magdalena donde se ubicó nuestra área de investigación se pudo observar que los cultivos de café tenían en gran parte asociaciones con árboles como Guamo, carbonero, cambulo, nogal cafetero entre otros; para mejorar los rendimientos productivos de los agricultores se sugiere la conservación de bosque y sistemas agroforestales gestionados adecuadamente, así que el aumento en la diversidad de diferentes especies de abejas aumenta la productividad (Klein *et al.* 2003). Se destaca que las fincas de Alirio Pava y Juan Rojas se encontraban bajo sombra mientras que las fincas de Francined Cifuentes y Pablo Ramirez cercanos al bosque en las que se albergaba mayor cantidad de insectos polinizadores; como registra Corpoica (2006), de cada 100 insectos visitantes, entre 70 y 80 son abejas, proporción que ha venido aumentando hasta alcanzar 90% del total.

Los resultados de esta investigación en cuanto al número de botones por finca no tuvo diferencias significativas entre sí pero la cantidad de botones varió debido a que fueron seleccionadas completamente al azar, en una de las visitas a campo se presentó una pequeña floración no mayor a 5 flores por rama por lo cual no tuvo una relevancia significativa, en cuanto al cuajado se presentó una pequeña diferencia en las dos fincas de Guaduas referente a la autopolinización frente a la polinización abierta, en Caparrapí no presentó ninguna diferencia significativa. Según Klein *et al.* (2003) la diversidad especies de abejas aumenta directamente el cuajado del 60 al 90 % teniendo en cuenta la región. La cantidad de frutos fueron mayores en el tratamiento de polinización abierta de todas las fincas evaluadas, obteniendo un promedio de Francined Cifuentes ( $9,54 \pm 8,25$ ), Alirio Pava ( $8,40 \pm 5,12$ ), Pablo ( $9,61 \pm 5,27$ ), Juan Rojas ( $8,44 \pm 5,75$ ) como se pueden ver en estos datos los que mejor promedio demuestra son las fincas cercanas al bosque que es donde hay más abejas tal como nos dice Vásquez, R. *et al.* (2006) en sus estudios realizados, así como nos afirma que en Colombia, la polinización dirigida puede convertirse en una estrategia importante para mejorar la cantidad y la calidad de los productos agrícolas, satisfaciendo así las necesidades de alimento para la población humana.

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en las variables del diámetro polar y ecuatorial de los diferentes tratamientos. El diámetro polar promedio de los frutos evaluados fue 14,49 mm presentándose diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) en esta variable, pero destacando que en el DP de la finca de Alirio Pava no se presentó diferencias significativas ( $P = 0,001$ ). El mayor diámetro polar de los frutos entre los tratamientos fue el de polinización abierta de la Finca de Juan Rojas (Guaduas) con  $15,49 \pm 1,35$  en contraste de la autopolinización que registro menor diámetro polar en todas las fincas destacándose Alirio Pava con la menor cantidad ( $10,81 \pm 4,17$ ). En cuanto al diámetro ecuatorial el tratamiento de polinización abierta en todas las fincas la polinización abierta sigue representando el mayor diámetro destacándose la Ab de Pablo con  $14,63 \pm 1,96$  y el menor dato lo arrojó la finca de Francined Cifuentes con  $Ap = 8,64 \pm 13,19$ , demostrando la importancia de la

implementación de abejas lo cual aumenta el diámetro de los frutos obtenidos de autopolinización en la que no había intervención de las abejas. Jaramillo (2012) demostró que el tratamiento de polinización abierta presentó el valor medio más alto para esta variable con 1,6 cm obteniéndose el valor máximo promedio en este tratamiento con 1,9. Respecto a los sistemas de producción cercano al bosque los valores más altos para la varian el diámetro polar, se presentaron en el sistema a libre exposición con  $1,62 \pm 0,098$  cm y en el sistema bajo sombrío con  $1,69 \pm 0,15$  cm. En el diámetro ecuatorial el tratamiento de polinización abierta en las dos localidades evaluadas presentó el valor medio más alto para esta variable del fruto con 1,44 cm; también se observó el valor máximo promedio en este tratamiento con 1,90 cm.

Klein (2003) indica que un enfoque experimental a gran escala podría cuantificar la relación de la contribución de las abejas y el viento como vectores de polen, demostró que la polinización abierta fue significativamente más alta que la polinización por viento y gravedad. Audesirk (1996) citado en la tesis de Jaramillo argumenta que la variabilidad genética para los organismos se fundamenta en que es esencial para la supervivencia, la reproducción y por tanto, para la evolución; favoreciendo así las características biológicas de las progenies, de ahí la importancia de la reproducción sexual. De ahí relacionamos los pesos de los frutos obtenidos en la polinización abierta los cuales fueron notoriamente mayores a los demás tratamientos en los diferentes sistemas de producción, consecuencia de la presencia de polen de diversas flores transportadas por las abejas. Se destaca que las fincas de Francined Cifuentes y Pablo Ramírez presentaron el mayor promedio en cuanto a peso total  $11,47 \pm 1,72$  y  $10,79 \pm 1,75$  respectivamente y por consiguiente mayor peso de las semillas con  $8,83 \pm 1,66$  y  $8,88 \pm 1,27$  en el mismo orden con  $P < 0,0001$  en cuanto a polinización abierta y que el tratamiento de autopolinización en la finca de Alirio Pava en el peso de la semilla arrojó el menor promedio de todos con  $3,09 \pm 1,16$ . En relación con el peso de los frutos Badilla (1991) encontró en las muestras de las plantas visitadas y no visitadas por insectos una diferencia de 182g  $P < 0,05$ .

Las diferencias obtenidas en el sistema de producción cercano al bosque de las fincas de Pablo Ramírez y Francined Cifuentes se observó que para peso total y de la semilla se encontraban los valores más alto, esto relacionado directamente con la presencia de mayor cantidad de abejas en las fincas lo que se va a ver reflejado en el rendimiento productivo del café; en las fincas encontradas bajo sombrío (Juan Rojas y Alirio Pava) no se hallaba la misma cantidad de insectos o se presentaba en menor medida las visitas; esto lo relacionamos a que el manejo que le da Alirio Pava a su finca en el cual no tiene en cuenta el nivel toxicológico de sus plaguicidas/ herbicida y el daño que estos les causan a las abejas aparte que no utiliza productos orgánicos para tratar sus cultivos sino por el contrario trabaja con químicos, fertilizantes que causan la extinción de ciertas especies en contraste con la fincas de Francined Cifuentes y Pablo Ramírez que velan por el cuidado de las abejas y trabajan con productos orgánicos como ajo, ají para tratar las enfermedades de sus cultivos y tratan al máximo de no utilizar en gran cantidad los plaguicidas y si lo hacen es con niveles toxicológicos bajos y de ahí a que los resultados arrojados sean más altos para estas fincas en cuanto al desempeño productivo del fruto.

Parra y Nates (2007) argumenta que las abejas silvestres de Colombia y el mundo, están sufriendo las consecuencias de las actividades realizadas por el hombre y de esta forma se catalogan como organismos en peligro. El conocimiento actual de las abejas en nuestro país se encuentra en una fase muy incipiente; es fragmentado, local y carece de una síntesis y tan solo se conoce racionalmente 5% de las abejas del país, especialmente de las especies corbiculadas de la familia Apidae. Los productores de café en el país desconocen la importancia de las abejas y el papel que

desempeñan en la naturaleza; estos insectos ofrecen directa o indirectamente una serie de beneficios para sus cultivos como la polinización, conservación de especies vegetales y de otras especies lo que se ve reflejado en materias primas de buena calidad. Gran cantidad de insecticidas usados en la agricultura son tóxicos para los insectos polinizadores, se ha estimado que 20% de las pérdidas de *A.mellifera* involucran un cierto grado vulnerable a la exposición al pesticida. La aplicación de pesticidas en cualquier formulación va a afectar a las abejas por causa de la persistencia de residuos tóxicos en el néctar y la contaminación de materias usadas en las diferentes nidificaciones según las especies.

De las 80 trampas distribuidas tanto en Guaduas como en Caparrapí se logró recoger tan solo 5 con enjambres, esto nos indica que hasta el momento se tiene una efectividad del 6,25%, y las especies restantes se capturaron mediante cámara letal. Esta identificación es muy importante para la investigación para así saber cuáles son las especies que habitan en la zona, la abundancia de cada una de estas y biodiversidad de la región en general y así fomentar su conservación. Las abejas encontradas en ambos municipios son nativas de la región y cumplen un papel importante en el ecosistema polinizando los cultivos predominantes de la zona proporcionando un sistema mutualista pero alguno de los productores no tienen conocimiento de esta importancia e implementan sistemas inadecuados de manejo en su producción. Como lo menciona Williams et al. (2001) en su estudio "Variation in Native Bee Faunas and its Implications for Detecting Community Changes" la función de las abejas en el ecosistema se ha visto alterada por la actividad humana afectando a los polinizadores nativos sin tener en cuenta que entre el 60-70% de las plantas dependen de la función de ellos; si este factor antrópico se sigue presentando en todo el mundo las abejas nativas, los taxones, la etología y morfología puede perderse; por eso es importante realizar un inventario del número de individuos, número de especie, lugar de muestreo, implementar un protocolo para la captura (corte transversal, trampas, red entomológica), número de colectores, producto de preferencia por las abejas.

Las abejas silvestres en nuestro país al igual que en el resto de zonas geográficas del mundo, están sufriendo los rigores de las actividades desarrolladas por el hombre y así se catalogan como organismos en peligro de extinción, desafortunadamente en Colombia el conocimiento actual de las abejas así como de otros insectos, todavía se encuentra en una fase muy deficiente, es fragmentado, local y carece de síntesis, no revisten importancia al momento de establecer prioridades en la investigación y en programas de conservación, siendo que estas ofrecen directa o indirectamente una serie de beneficios al hombre entre los cuales se encuentran la polinización, alimentación, conservación de especies vegetales y animales, producción de materia prima para medicinas y cosmetología entre muchos otros (Nates y González, 2000).

Las diferencias Obtenidas en la calidad del café nos varían los precios de acuerdo al peso del café sano y el peso de la pasilla, se pudo ver notoriamente que el café mejor pago es el de polinización abierta para todas las fincas este nos dio buen resultado destacándose la finca de Francined Cifuentes en la cual por kilo de café pagan \$ 4.850 y el de menor precio la de Alirio Pava \$ 4.650 en cuanto a Caparrapí, por el lado de Guaduas el precio es de \$ 4.800 tanto para la finca de Pablo Ramirez como de Juan Rojas. Por otro lado en el tratamiento de polinización por viento y gravedad se vieron los precios reflejados entre \$ 4.250 - \$ 4.700. Estos precios se ven reflejados de acuerdo a la caracterización de las fincas acorde a los parámetros de: Área cultivada, nivel de producción, enfermedades, productos orgánicos utilizados y principalmente por los sistemas de producción, plaguicidas/ herbicidas manejados destacando las fincas cercanas al bosque, el tratamiento de

autopolinización fue categorizado como pasilla ya que el porcentaje era de 50% con defectos y 50% grano sano el precio \$2.000 el cual fue estándar para todas las fincas.

Para la utilidad marginal que nos da como resultado el margen que se estaría ganando por tener una polinización con abejas, se tomó en cuenta los tratamientos de polinización abierta y polinización por viento y gravedad ya que notoriamente la autopolinización no es viable en ninguna producción, para el total de kilos producidos por finca la que más ganancia tendría si fuera polinizada en su totalidad por abejas es la finca de Juan Rojas (Sistema bajo sombrío) \$ 12.000.000 millones en comparación con la de Francined Cifuentes el cual presento una utilidad más pequeña \$. 3.000.000 millones (sistema cercano al bosque) ya que hay más presencia de abejas en el cultivo.

## 7. CONCLUSIONES

- La polinización abierta cumple un papel significativo en el desempeño productivo de los cultivos se demostró que bien sea por viento y aún más por abejas los frutos aumentan su rendimiento notablemente a diferencia de una autopolinización que tienen un porcentaje bajo de producción en cuanto al número de frutos.
- Los sistemas de producción tienen incidencia notoriamente en la actividad polinizadora de las abejas, en un sistema cercano al bosque la presencia de abejas es mayor y por ende su servicio ecosistémico se ve reflejado claramente en las producciones como los principales agentes polinizadores.
- La utilidad marginal que se registra con un tratamiento de viento y gravedad en relación con uno de polinización abierta genera mayor ganancia económica para los productores por kilo cosechado.
- Al no tener en cuenta el nivel toxicológico de los agroquímicos y su uso indiscriminado se afecta a las poblaciones de abejas colocándolas en peligro de extinción lo que conlleva a un bajo rendimiento de los frutos en las producciones.



## 7. RECOMENDACIONES

- Implementar un plan de manejo del uso adecuado de los agroquímicos en los cultivos y su nivel toxicológico, disminuyendo su dosificación que afecta directamente a la población de abejas de las zonas evaluadas y los productores tienen desconocimiento de esto.
- Desarrollar protocolos preventivos para el manejo de plagas o enfermedades a través de productos naturales tales como ají, guarapo, altamisa, ortiga, jabón casero entre otros que no ejerzan daño sobre las abejas y sus colmenas.
- Colocar más trampas en diferentes lugares de las fincas ayudando a preservar las diferentes especies de abejas, que a su vez van a contribuir a la polinización de los cultivos y se va a enriquecer los recursos genéticos de las zonas.
- Para posteriores estudios realizar análisis de suelos para saber las posibles deficiencias que puedan tener los cultivos y que van a afectar directamente la producción del fruto.
- Evaluar otras características de rendimiento de los frutos como porcentaje de materia seca y pH para complementar el estudio.
- La cascara producto del descerezado de café puede ser utilizado como abono de sus mismos cultivos.

## 8. ANEXOS

### ANEXO 1. Alirio Pava análisis de varianza Botón

Botón: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC       | GI  | CM    | F    | P      |
|---------------------|----------|-----|-------|------|--------|
| Tratamiento         | 33,03    | 2   | 16,52 | 0,25 | 0,7777 |
| Error               | 20017,03 | 305 | 65,53 |      |        |
| Total               | 20050,06 | 307 |       |      |        |

### ANEXO 2. Alirio Pava análisis de varianza Flor

Flor: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM    | F     | P       |
|---------------------|---------|-----|-------|-------|---------|
| Tratamiento         | 83,38   | 2   | 41,69 | 10,24 | <0,0001 |
| Error               | 1242,16 | 305 | 4,07  |       |         |
| Total               | 1325,54 | 307 |       |       |         |

Test: tukey

Error 19,4972 gl:260

| Tratamiento | Medias | N   | E.E  |   |
|-------------|--------|-----|------|---|
| Ab          | 1,16   | 95  | 0,21 | A |
| Ap          | 1,29   | 94  | 0,21 | A |
| V&G         | 2,29   | 119 | 0,18 | B |

### ANEXO 3. Alirio Pava análisis de varianza Cuajado

Cuajado: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC       | GI  | CM    | F    | p      |
|---------------------|----------|-----|-------|------|--------|
| Tratamiento         | 158,51   | 2   | 79,26 | 1,74 | 0,1766 |
| Error               | 158,51   | 2   | 79,26 | 1,74 |        |
| Total               | 13861,01 | 305 | 45,45 |      |        |

### ANEXO 4. Alirio Pava análisis de varianza Fruto

Fruto: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F     | p       |
|---------------------|---------|-----|--------|-------|---------|
| Tratamiento         | 897,14  | 2   | 448,57 | 17,26 | <0,0001 |
| Error               | 7928,40 | 305 | 25,99  |       |         |
| Total               | 8825,53 | 307 |        |       |         |

Test: tukey

Error 19,4972 gl:260

| Tratamiento | Medias | N   | E.E  |   |
|-------------|--------|-----|------|---|
| Ap          | 4,20   | 94  | 0,53 | A |
| V&G         | 7,25   | 119 | 0,47 | B |
| Ab          | 8,40   | 95  | 0,52 | B |

**ANEXO 5.** Francined Cifuentes análisis de varianza Botón

Botón: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC       | GI  | CM    | F    | p      |
|---------------------|----------|-----|-------|------|--------|
| Tratamiento         | 199,32   | 2   | 99,66 | 2,75 | 0,0653 |
| Error               | 11113,25 | 307 | 36,20 |      |        |
| Total               | 11312,57 | 309 |       |      |        |

**ANEXO 6.** Francined Cifuentes análisis de varianza Flor

Flor: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM   | F    | p      |
|---------------------|---------|-----|------|------|--------|
| Tratamiento         | 18,31   | 2   | 9,16 | 1,21 | 0,3007 |
| Error               | 2330,43 | 307 | 7,59 |      |        |
| Total               | 2348,74 | 309 |      |      |        |

**ANEXO 7.** Francined Cifuentes análisis de varianza Cuajado

Cuajado: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM    | F    | p      |
|---------------------|---------|-----|-------|------|--------|
| Tratamiento         | 47,16   | 2   | 23,58 | 1,15 | 0,3183 |
| Error               | 6299,54 | 307 | 20,52 |      |        |
| Total               | 6346,70 | 309 |       |      |        |

**ANEXO 8.** Francined Cifuentes análisis de varianza Fruto

Fruto: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F     | p       |
|---------------------|---------|-----|--------|-------|---------|
| Tratamiento         | 488,77  | 2   | 244,38 | 14,27 | <0,0001 |
| Error               | 5256,51 | 307 | 17,12  |       |         |
| Total               | 5745,28 | 309 |        |       |         |

**Test: tukey**

Error 19,4972 gl:260

| Tratamiento | Medias | N   | E.E  |   |
|-------------|--------|-----|------|---|
| Ap          | 2,68   | 103 | 0,41 | A |
| V&G         | 4,18   | 94  | 0,43 | B |
| Ab          | 5,69   | 113 | 0,39 | C |

**ANEXO 9. Análisis de varianza Botón Juan Rojas (Guaduas)**

Botón: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM    | F    | p      |
|---------------------|---------|-----|-------|------|--------|
| Tratamiento         | 28,50   | 2   | 14,45 | 0,47 | 0,6263 |
| Error               | 7903,40 | 260 | 30,40 |      |        |
| Total               | 7931,90 | 262 |       |      |        |

**ANEXO 10. Análisis de varianza Flor Juan Rojas (Guaduas)**

Flor: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM    | F    | p      |
|---------------------|---------|-----|-------|------|--------|
| Tratamiento         | 64,27   | 2   | 32,13 | 1,97 | 0,1416 |
| Error               | 4242,76 | 260 | 16,97 |      |        |
| Total               | 4207,03 | 262 |       |      |        |

**ANEXO 11. Análisis de varianza Cuajado Juan Rojas (Guaduas)**

Cuajado: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F    | p      |
|---------------------|---------|-----|--------|------|--------|
| Tratamiento         | 287,14  | 2   | 143,57 | 7,36 | 0,0008 |
| Error               | 5069,28 | 260 | 19,50  |      |        |
| Total               | 5356,42 | 262 |        |      |        |

**Test: tukey**

Error 19,4972 gl:260

| Tratamiento | Medias | N   | E.E. |        |
|-------------|--------|-----|------|--------|
| AP          | 5,09   | 92  | 0,46 | A      |
| V&G         | 6,01   | 71  | 0,52 | A<br>B |
| AB          | 7,51   | 100 | 0,44 | B      |

\*Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )**ANEXO 12. Análisis de varianza Fruto Juan Rojas (Guaduas)**

Fruto: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F     | p      |
|---------------------|---------|-----|--------|-------|--------|
| Tratamiento         | 1782,99 | 2   | 891,49 | 39,47 | 0,0001 |
| Error               | 5873,01 | 260 | 22,59  |       |        |
| Total               | 7655,99 | 262 |        |       |        |

**Test: tukey**

Error 19,4972 gl:260

| Tratamiento | Medias | N   | E.E. |   |
|-------------|--------|-----|------|---|
| AP          | 3,03   | 92  | 0,50 | A |
| AB          | 8,44   | 100 | 0,48 | B |
| V&G         | 8,56   | 71  | 0,56 | B |

\*Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )

### ANEXO 13. Análisis de varianza Botón Pablo Ramirez (Guaduas)

Botón: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC       | GI  | CM    | F    | p      |
|---------------------|----------|-----|-------|------|--------|
| Tratamiento         | 186,93   | 2   | 93,46 | 2,37 | 0,0949 |
| Error               | 11811,96 | 300 | 39,37 |      |        |
| Total               | 11998,89 | 302 |       |      |        |

### ANEXO 14. Análisis de varianza Flor Pablo Ramirez (Guaduas)

Flor: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM    | F    | p      |
|---------------------|---------|-----|-------|------|--------|
| Tratamiento         | 4,26    | 2   | 2,13  | 0,17 | 0,8415 |
| Error               | 3699,17 | 300 | 12,33 |      |        |
| Total               | 3703,43 | 302 |       |      |        |

### ANEXO 15. Análisis de varianza Cuajado Pablo Ramirez (Guaduas)

Cuajado: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM    | F    | p      |
|---------------------|---------|-----|-------|------|--------|
| Tratamiento         | 174,78  | 2   | 87,39 | 2,93 | 0,0552 |
| Error               | 8961,67 | 300 | 29,87 |      |        |
| Total               | 9136,44 | 302 |       |      |        |

**Test: tukey**

Error 19,4972 gl:260

| Tratamiento | Medias | n   | E.E. |     |
|-------------|--------|-----|------|-----|
| AP          | 7,22   | 11  | 0,52 | A   |
| V&G         | 7,78   | 90  | 0,54 | A B |
| AB          | 9,07   | 102 | 0,58 | B   |

\*Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )

**ANEXO 16.** Análisis de varianza Fruto Pablo Ramirez (Guaduas)

Fruto: Cuadro de Análisis de varianza

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F     | p      |
|---------------------|---------|-----|--------|-------|--------|
| Tratamiento         | 1681,68 | 2   | 840,84 | 36,33 | 0,0001 |
| Error               | 6943,48 | 300 | 23,14  |       |        |
| Total               | 8625,16 | 302 |        |       |        |

Test: tukey

Error 19,4972 gl:260

| Tratamiento | Medias | n   | E.E. |   |
|-------------|--------|-----|------|---|
| AP          | 3,87   | 111 | 0,46 | A |
| AB          | 7,26   | 102 | 0,48 | B |
| V&G         | 9,61   | 90  | 0,51 | C |

\*Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )**ANEXO 17.** Alirio Pava análisis de varianza Diámetro polar

Cuadro de Análisis de varianza DP

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F     | p      |
|---------------------|---------|-----|--------|-------|--------|
| Tratamiento         | 286,02  | 2   | 143,01 | 10,35 | 0,0001 |
| Error               | 2031,97 | 147 | 13,82  |       |        |
| Total               | 2317,99 | 149 |        |       |        |

Test: Tukey

Error 13,8972 gl:147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E. |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 10,81  | 50 | 0,53 | A |
| V&G         | 12,38  | 50 | 0,53 | A |
| Ab          | 14,19  | 50 | 0,53 | B |

**ANEXO 18.** Alirio Pava análisis de varianza Diámetro Ecuatorial

Cuadro de Análisis de varianza DE

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F    | p      |
|---------------------|---------|-----|--------|------|--------|
| Tratamiento         | 249,23  | 2   | 124,62 | 8,95 | 0,0002 |
| Error               | 2045,65 | 147 | 13,92  |      |        |
| Total               | 2294,88 | 149 |        |      |        |

Test: Tukey

Error 13,9160 gl:147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| V&G         | 10,87  | 50 | 0,53 | A |
| Ap          | 10,73  | 50 | 0,53 | A |
| Ab          | 13,53  | 50 | 0,53 | B |

**ANEXO 19.** Alirio Pava análisis de varianza Peso Cascara

Cuadro de Análisis de varianza PC

| Fuente de variación | SC     | GI  | CM   | F    | p      |
|---------------------|--------|-----|------|------|--------|
| Tratamiento         | 7,16   | 2   | 3,58 | 4,74 | 0,0101 |
| Error               | 110,88 | 147 | 0,75 |      |        |
| Total               | 118,04 | 149 |      |      |        |

Test: Tukey

Error 0,7543 gl:147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 1,76   | 50 | 0,12 | A |
| V&G         | 1,82   | 50 | 0,12 | A |
| Ab          | 2,25   | 50 | 0,12 | B |

**ANEXO 20.** Alirio Pava análisis de varianza Peso Semilla

Cuadro de Análisis de varianza PS

| Fuente de variación | SC     | GI  | CM     | F     | p       |
|---------------------|--------|-----|--------|-------|---------|
| Tratamiento         | 406,31 | 2   | 203,15 | 96,54 | <0,0001 |
| Error               | 309,33 | 147 | 2,10   |       |         |
| Total               | 715,64 | 149 |        |       |         |

Test: Tukey

Error: 2,1043 gl:147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 3,09   | 50 | 0,21 | A |
| V&G         | 3,63   | 50 | 0,21 | A |
| Ab          | 6,82   | 50 | 0,21 | B |

**ANEXO 21.** Alirio Pava análisis de varianza Peso Total

Cuadro de Análisis de varianza PT

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F     | p       |
|---------------------|---------|-----|--------|-------|---------|
| Tratamiento         | 521,29  | 2   | 260,65 | 70,59 | <0,0001 |
| Error               | 542,76  | 147 | 3,69   |       |         |
| Total               | 1064,06 | 149 |        |       |         |

**Test: Tukey**  
 Error 3,8972 gl:147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 4,84   | 50 | 0,27 | A |
| V&G         | 5,45   | 50 | 0,27 | A |
| Ab          | 9,07   | 50 | 0,27 | B |

**ANEXO 22.** Francined Cifuentes análisis de varianza Diametro polar  
 Cuadro de Análisis de varianza DP

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F     | p       |
|---------------------|---------|-----|--------|-------|---------|
| Tratamiento         | 518,95  | 2   | 259,47 | 38,68 | <0,0001 |
| Error               | 986,10  | 147 | 6,71   |       |         |
| Total               | 1505,05 | 149 |        |       |         |

**Test: Tukey**  
 Error: 6,7082 gl: 147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 11,07  | 50 | 0,37 | A |
| V&G         | 13,88  | 50 | 0,37 | B |
| Ab          | 15,58  | 50 | 0,37 | C |

**ANEXO 23.** Francined Cifuentes análisis de varianza Diametro ecuatorial  
 Cuadro de Análisis de varianza DE

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F     | p       |
|---------------------|---------|-----|--------|-------|---------|
| Tratamiento         | 562,37  | 2   | 281,18 | 52,36 | <0.0001 |
| Error               | 789,44  | 147 | 5,37   |       |         |
| Total               | 1351,81 | 149 |        |       |         |

**Test: Tukey**  
 Error: 5,3703 gl; 147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 8,64   | 50 | 0,33 | A |
| V&G         | 10,99  | 50 | 0,33 | B |
| Ab          | 13,38  | 50 | 0,33 | C |

**ANEXO 24.** Francined Cifuentes análisis de varianza Peso cascara  
 Cuadro de Análisis de varianza PC

| Fuente de variación | SC    | GI  | CM    | F     | p       |
|---------------------|-------|-----|-------|-------|---------|
| Tratamiento         | 21,94 | 2   | 10,97 | 27,02 | <0.0001 |
| Error               | 59,69 | 147 | 0,41  |       |         |
| Total               | 81,63 | 149 |       |       |         |



**Test: Tukey**

Error: 0,4060 gl; 147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 1,38   | 50 | 0,09 | A |
| V&G         | 1,81   | 50 | 0,09 | B |
| Ab          | 2,31   | 50 | 0,09 | C |

**ANEXO 25. Francined Cifuentes análisis de varianza Peso semilla**

Cuadro de Análisis de varianza PS

| Fuente de variación | SC     | GI  | CM     | F      | p       |
|---------------------|--------|-----|--------|--------|---------|
| Tratamiento         | 779,88 | 2   | 389,94 | 291,80 | <0.0001 |
| Error               | 196,44 | 147 | 1,34   |        |         |
| Total               | 976,33 | 149 |        |        |         |

**Test: Tukey**

Error: 1,3363 gl; 147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 3,29   | 50 | 0,16 | A |
| V&G         | 5,43   | 50 | 0,16 | B |
| Ab          | 8,83   | 50 | 0,16 | C |

**ANEXO 26. Francined Cifuentes análisis de varianza Peso total**

Cuadro de Análisis de varianza PT

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F      | p       |
|---------------------|---------|-----|--------|--------|---------|
| Tratamiento         | 1062,43 | 2   | 531,21 | 248,87 | <0.0001 |
| Error               | 313,78  | 147 | 2,13   |        |         |
| Total               | 1376,20 | 149 |        |        |         |

**Test: Tukey**

Error: 2,1345 gl; 147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 4,67   | 50 | 0,21 | A |
| V&G         | 7,25   | 50 | 0,21 | B |
| Ab          | 11,14  | 50 | 0,21 | C |

**ANEXO 27. Juan Rojas análisis de varianza Diámetro polar**

Cuadro de Análisis de varianza DP

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F     | p       |
|---------------------|---------|-----|--------|-------|---------|
| Tratamiento         | 388,47  | 2   | 194,23 | 30,13 | <0,0001 |
| Error               | 947,75  | 147 | 6,45   |       |         |
| Total               | 1336,21 | 149 |        |       |         |

**Test:** Tukey  
 Error: 6,4473 gl:147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 10,06  | 50 | 0,36 | A |
| V&G         | 11,95  | 50 | 0,36 | B |
| Ab          | 14,00  | 50 | 0,36 | C |

**ANEXO 28.** Juan Rojas análisis de varianza Diámetro Ecuatorial  
 Cuadro de Análisis de varianza DE

| Fuente de variación | SC      | GI  | CM     | F     | p       |
|---------------------|---------|-----|--------|-------|---------|
| Tratamiento         | 208,85  | 2   | 104,43 | 12,30 | <0,0001 |
| Error               | 1248,23 | 147 | 8,49   |       |         |
| Total               | 1457,08 | 149 |        |       |         |

**Test:** Tukey  
 Error: 8,4914 gl:147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| V&G         | 12,67  | 50 | 0,41 | A |
| Ap          | 13,54  | 50 | 0,41 | A |
| Ab          | 15,49  | 50 | 0,41 | B |

**ANEXO 29.** Juan Rojas análisis de varianza Peso Cáscara  
 Cuadro de Análisis de varianza PC

| Fuente de variación | SC     | GI  | CM    | F     | p       |
|---------------------|--------|-----|-------|-------|---------|
| Tratamiento         | 38,57  | 2   | 19,28 | 37,88 | <0,0001 |
| Error               | 74,83  | 147 | 0,51  |       |         |
| Total               | 113,40 | 149 |       |       |         |

**Test:** Tukey  
 Error 0,5091 gl:147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 1,79   | 50 | 0,10 | A |
| V&G         | 2,52   | 50 | 0,10 | B |
| Ab          | 3,02   | 50 | 0,10 | C |

**ANEXO 30.** Juan Rojas análisis de varianza Peso Semilla  
 Cuadro de Análisis de varianza PS

| Fuente de variación | SC     | GI  | CM    | F     | p       |
|---------------------|--------|-----|-------|-------|---------|
| Tratamiento         | 176,95 | 2   | 88,48 | 50,77 | <0,0001 |
| Error               | 256,16 | 147 | 1,74  |       |         |
| Total               | 433,11 | 149 |       |       |         |

Test: Tukey

Error: 1,7426 gl:147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 3,64   | 50 | 0,19 | A |
| V&G         | 4,08   | 50 | 0,19 | A |
| Ab          | 6,14   | 50 | 0,19 | B |

ANEXO 31. Juan Rojas análisis de varianza Peso Total

Cuadro de Análisis de varianza PT

| Fuente de variación | SC     | GI  | CM     | F     | p       |
|---------------------|--------|-----|--------|-------|---------|
| Tratamiento         | 363,32 | 2   | 181,66 | 69,05 | <0,0001 |
| Error               | 386,75 | 147 | 2,63   |       |         |
| Total               | 750,07 | 149 |        |       |         |

Test: Tukey

Error:2,6310 gl:147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 5,43   | 50 | 0,23 | A |
| V&G         | 6,60   | 50 | 0,23 | B |
| Ab          | 9,16   | 50 | 0,23 | C |

ANEXO 32. Pablo Ardila análisis de varianza Diámetro polar

Cuadro de Análisis de varianza DP

| Fuente de variación | SC     | GI  | CM    | F     | p       |
|---------------------|--------|-----|-------|-------|---------|
| Tratamiento         | 172,20 | 2   | 86,10 | 21,98 | <0,0001 |
| Error               | 575,85 | 147 | 3,92  |       |         |
| Total               | 748,04 | 149 |       |       |         |

Test: Tukey

Error: 3,9173 gl: 147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 12,00  | 50 | 0,28 | A |
| V&G         | 12,57  | 50 | 0,28 | A |
| Ab          | 14,50  | 50 | 0,28 | B |

**ANEXO 33. Pablo Ardila análisis de varianza Diámetro ecuatorial**

## Cuadro de Análisis de varianza DE

| Fuente de variación | SC     | GI  | CM     | F     | p       |
|---------------------|--------|-----|--------|-------|---------|
| Tratamiento         | 295,29 | 2   | 147,64 | 34,27 | <0.0001 |
| Error               | 633,40 | 147 | 4,31   |       |         |
| Total               | 928,69 | 149 |        |       |         |

Test: Tukey

Error: 4,3088 gl; 147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 11,51  | 50 | 0,29 | A |
| V&G         | 11,83  | 50 | 0,29 | A |
| Ab          | 14,63  | 50 | 0,29 | B |

**ANEXO 34. Pablo Ardila análisis de varianza Peso cascara**

## Cuadro de Análisis de varianza PC

| Fuente de variación | SC    | GI  | CM   | F     | p      |
|---------------------|-------|-----|------|-------|--------|
| Tratamiento         | 5,79  | 2   | 2,89 | 10,56 | 0.0001 |
| Error               | 40,30 | 147 | 0,27 |       |        |
| Total               | 46,09 | 149 |      |       |        |

Test: Tukey

Error: 0,2742 gl; 147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 1,51   | 50 | 0,07 | A |
| V&G         | 1,72   | 50 | 0,07 | A |
| Ab          | 1,99   | 50 | 0,07 | B |

**ANEXO 35. Pablo Ardila análisis de varianza Peso semilla**

## Cuadro de Análisis de varianza PS

| Fuente de variación | SC     | GI  | CM     | F      | p       |
|---------------------|--------|-----|--------|--------|---------|
| Tratamiento         | 601,70 | 2   | 300,85 | 319,25 | <0.0001 |
| Error               | 138,53 | 147 | 0,94   |        |         |
| Total               | 740,23 | 149 |        |        |         |

Test: Tukey

Error: 0,9424 gl; 147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 3,94   | 50 | 0,14 | A |
| V&G         | 5,83   | 50 | 0,14 | B |
| Ab          | 8,80   | 50 | 0,14 | C |

**ANEXO 36.** Pablo Ardila análisis de varianza Peso total

Cuadro de Análisis de varianza PT

| Fuente de variación | SC     | Gl  | CM     | F      | p       |
|---------------------|--------|-----|--------|--------|---------|
| Tratamiento         | 725,32 | 2   | 362,66 | 272,20 | <0.0001 |
| Error               | 195,85 | 147 | 1,33   |        |         |
| Total               | 921,17 | 149 |        |        |         |

**Test: Tukey**

Error: 1,3323 gl; 147

| Tratamiento | Medias | n  | E.E  |   |
|-------------|--------|----|------|---|
| Ap          | 5,45   | 50 | 0,16 | A |
| V&G         | 7,55   | 50 | 0,16 | B |
| Ab          | 10,79  | 50 | 0,16 | C |

## 9. BIBLIOGRAFIA

Alcaldía de Caparrapi. (2012). Nuestro municipio. Recuperado el 17 de septiembre del 2014. [http://www.caparrapi-cundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.caparrapi-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml)

Alcaldía de Guaduas. (2012). Nuestro municipio. Recuperado el 17 de septiembre del 2014. [http://www.caparrapi-cundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.caparrapi-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml)

Arcila, J. (2007). Crecimiento y desarrollo de la planta de café.

Arcila P., J. 2004. Anormalidades en la floración del cafeto. *Avances Técnicos* 320. 8p.

Audesirk G. 1996. *Biología: La vida en la tierra* 4 Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. 947 p.

Badilla F.; Ramírez B. 1991. Polinización de café por *Apis mellifera* y otros insectos en Costa Rica. *Turrialba (Costa Rica)* 41(3): 285 – 288.

El tiempo. (2014) Producción de café aumentó 14 % en cinco primeros meses del año. De <http://www.eltiempo.com/economia/indicadores/produccion-de-cafe-en-colombia/14077515>

European Food Safety Authority. (2013). *Bee health*. Recuperado el 23 de Agosto de 2015, de European Food Safety Authority: <http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/beehealth?wtrl=01>

FAO. (2000). Polinización un servicio del ecosistema. Recuperado el 17 de septiembre del 2014. De: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0112s/i0112s06.pdf>

FAO. (2010). Adaptación de la agricultura al cambio. Recuperado el julio de 2014, de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/backgroundnotes/webposting\\_SP.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/backgroundnotes/webposting_SP.pdf)

Farfán V., F., y Mestre M., A. (2004). Manejo del sombrío y fertilización del café en la zona central colombiana. Centro nacional de investigaciones de café, Chinchiná, Colombia.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia . (2010). *Café de Colombia*. Recuperado el 24 de Agosto de 2015, de *Café y medio ambiente*: [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre\\_el\\_cafe/mucho\\_mas\\_que\\_una\\_bebida/cafey\\_medio\\_ambiente/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/mucho_mas_que_una_bebida/cafey_medio_ambiente/)

Free, J. (1993). *Insect Pollination of Crops*. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. 2nd Edition. University of Wales, Cardiff, UK.

Gonzalez, G. y Villegas, J.(2010). *Café colombiano*. Corporación Unificada Nacional de educación superior.

IPCC. (2002). *Cambio climático y biodiversidad*. Australia: grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático.

ICPA, 2009. *Iniciativa Colombiana de Polinizadores, Capitulo de abejas*. Universidad Nacional. Colombia

- Jaramillo, A. (2012). Efecto de las abejas silvestres en la polinización del café. Tesis de Maestría presentada para optar al título de Magister en Entomología. Universidad Nacional, Medellín, Colombia.
- Kevan, P.G. y Fonseca, I. (2002). Pollinating Bees: The Conservation Link between Agriculture and Nature, Ministry of Environment, Brasilia, Brazil.
- Klein, A, Dewenter, S. y Tschamtkke, T. 2003. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceeding of Biological Science* 270(1518): 955-961.
- Leon, Y. (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. Bogota D.C.
- Macias, J. Chuc, P. Ancona, O. Cauich y Quezada (2009). Contribution of native bees and africanized honey bees (Hymenoptera: Apoidea) to solanaceae crop pollination in tropical Mexico. *U.appl. Entomol. Universidad Autonoma de Yucatan, Mexico*
- Manrique, J. A. (1995). La Polinización entomófila y su importancia para la agricultura. *Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP*, 47
- Najera, O (2010) guía práctica sobre Manejo Técnico de Colmenas tomado de <http://teca.fao.org/sites/default/files/resources/manejocolmenas.pdf>
- Reyes. (2011). Desopercular o cortar envasado. Recuperado 15, Agosto del 2014
- Nates, G., y González, H. (2000). Las abejas silvestres de Colombia: por qué y cómo conservarlas. *Acta Biológica Colombiana*. (5): 22-28
- Naredo, J.M. (2002): Economía y sostenibilidad. La economía ecológica en perspectiva, paginas 13-44 del libro: Azqueta , D. y Casado, J.M. (2002,coords): Estudios sobre política ambiental en España, Consejo General de Colegio de Economistas, Madrid
- Pardo H (1999) EVALUACIÓN DE CINCO MÉTODOS DE MUESTREO PARA ABEJAS EN DOS ESTADOS SUCESIONALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL EMBALSE PORCE II ( ANTIOQUIA ) <http://www.bdigital.unal.edu.co/26209/1/23769-83063-1-PB.pdf>
- Salamanca, G. (1998) Potencial apícola en la productividad y conservación de cultivos y plantas promisorias en el Tolima Colombiano. Facultad de Ciencias, Departamento de Química. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.
- Sánchez, A. (2006). La polinización entomófila: flores himenopterófilas. Salvia blanca (*Salvia argentea*). Recuperado 15 de Agosto del 2014
- Sánchez, O., Castañeda, Muños, y Tellez. (08 de 12 de 2013). aportes para el análisis del sector. Bogotá , Colombia: Cienciaagro.
- Secretaria de Agricultura y Ganadería. (2005). Manual técnico de apicultura. Honduras
- Universidad Pública de Navarra. (2005). Glosario botánico. Pamplona
- Silva, D., y Arcos, A. (2006). Guía Ambiental Apícola, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Obtenido de <http://es.slideshare.net/syandrea/guia-apicola1>

Vásquez, B. Cuellar, M., Ballesteros, H. (2006). Utilización de la abeja *Apis mellifera* como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus*) y su efecto en la producción. Bogota D.C: Produmedios, Productos editoriales y audiovisuales

Vásquez, R. y Tello, J (1995). Producción apícola. Corpoica. Bogotá. 127

Vergara, S. (2012). Reporte de inteligencia de mercados. Café peruano aroma y sabor para nosotros y el mundo. Peru

Williams, N. M., R. L. Minckley, and F. A. Silveira. 2001. Variation in native bee faunas and its implications for detecting community changes. *Conservation Ecology* 5(1): 7.

Wilson, E. (2009). Ecological Effects of an Invasive Social Wasp on Hawaiian Arthropod Communities. San Diego, California (European Food Safety Authority, 2013)