

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

INFLUENCIA DE LA ABEJA DOMESTICA (*Apis mellifera* L.) EN LA POLINIZACION DEL
CAFETO (*Coffea arabica* L.) EN SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO.

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR
JOSE EFRAIN CASTILLO CONTRERAS

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2001

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

D2
01
+(2003)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa

VOCAL CUARTO

Prof. Abelardo Caal Ich

VOCAL QUINTO

Br. José Baldomero Sandoval Arriaza

SECRETARIO

Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, julio de 2,001.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores miembros:

De acuerdo con las norma establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de san Carlos de Guatemala, Tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

INFLUENCIA DE LA ABEJA DOMÉSTICA (Apis mellifera L.) EN LA POLINIZACIÓN DEL CAFETO (Coffea arabiga L.) EN SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO.

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de que el presente trabajo llene los requisitos para su aprobación, agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,



José Efraín Castillo Contreras

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Quien conoce el porqué de la vida, reverdece al árbol seco, levanta al árbol caído, y abate al árbol sublime. S. E.

A MIS PADRES

José Efraín Castillo Beza
Gloria Esperanza Contreras de Castillo

Por su amor, ejemplo y entera dedicación al cultivo de una familia.

MI ESPOSA

Mirna G. Zepeda Paredes de Castillo

Por su apoyo moral, esfuerzo y cuidados del hogar, especialmente durante la realización de este trabajo.

MIS HIJOS

Andrea, Joseph y Laura

Para quienes desco que este paso dado sea una muestra de triunfo.

MIS HERMANOS

Por compartir conmigo todo.

MIS FAMILIARES

Especialmente a tía Ninfa Lilian Contreras de León por su amor espontáneo siempre mostrado y ayuda física.

MIS AMIGOS

Fieles e inolvidables.

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

FACULTAD DE AGRONOMIA

JUTIAPA

SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO

AGRADECIMIENTO

A:

La Asociación Para el Desarrollo Integral de San Pedro Necta (ASODESI); por la oportunidad creada para que este estudio se realizara, por la amistad brindada y apoyo en el campo de trabajo.

San Pedro Necta, y a los apicultores con quienes trabajé. Mi respeto y admiración.

Mis asesores Ing. Agr. Victor Manuel De León E. e Ing. Agr. Adalberto Rodríguez; por su ayuda espontánea e incondicional.

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
INDICE DE CUADROS	ii
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1 MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1 Origen del cafeto y especies comerciales	4
3.1.2 Anatomía y morfología del cafeto	5
3.1.3 Variedades de café presentes en Guatemala	7
3.1.4 Secamiento del grano de café durante la cosecha	7
3.1.5 La polinización en el cafeto	8
3.1.6 Importancia del polen en la formación y desarrollo de los frutos	8
3.1.7 Composición química del polen	9
3.1.8 Importancia de la abeja doméstica en la producción agrícola	9
3.1.8.a La apicultura orientada a la polinización	10
3.2 MARCO REFERENCIAL	14
3.2.1 Descripción biofísica del área	14
3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EXPERIMENTALES	16
3.3.1 Características de los cultivares de café de San Pedro Necta	16
3.3.2 Características de la apicultura del área de estudio	16
4. OBJETIVOS	17
4.1 OBJETIVO GENERAL	17
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
5. HIPÓTESIS	18
6. METODOLOGÍA	19
6.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGIA	19
6.2 SITIO EXPERIMENTAL	20
6.3 EL ANALISIS ESTADÍSTICO Y TIPO DE MUESTRA	20
6.4 INTERPRETACIÓN DE DATOS	21
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
8. CONCLUSIONES	35
9. RECOMENDACIONES	36
10. BIBLIOGRAFÍA	37
11. APÉNDICE	40

INDICE DE CUADROS

PÁGINA

CUADRO 1.	Porcentaje de frutos caídos en el cafeto después de la floración	6
CUADRO 2.	Número de colmenas que se utilizan en algunos cultivos para efectos de Polinización dirigida	11
CUADRO 3.	Número de flores en las ramas, al inicio de los tratamientos	24
CUADRO 4.	Número de frutos de café seis meses después de la floración	26
CUADRO 5.	Prueba de "t de Student" para el número de frutos existentes en las ramas cinco meses después de la floración	27
CUADRO 6.	Prueba de "t de Student" para la variable número de frutos que alcanzaron la maduración	28
CUADRO 7.	Análisis estadístico de resultados por medio de la prueba "t de Student", para las variables peso húmedo, peso seco, y grano defectuoso	33
CUADRO 8.	Análisis estadístico para la variable tamaño de grano	34
CUADRO 9A.	Resultados de la prueba de campo	41
CUADRO 10A.	Diferencias entre los pesos húmedo y seco	42
CUADRO 11A.	Datos de precipitación pluvial ocurrida en el municipio de San Pedro Necta, Huehuetenango, durante el año 2,000	44

INDICE DE FIGURAS

PÁGINA

FIGURA 1.	Diferencias comparadas de las variables cuantificadas	30
FIGURA 2.	Diferencias entre el peso seco y húmedo por tratamiento	31
FIGURA 3A.	Mapa de la República de Guatemala	43
FIGURA 4A.	Mapa del departamento de Huehuetenango, y del área donde se realizó el estudio.	

INFLUENCIA DE LA ABEJA DOMÉSTICA (Apis mellifera L.) EN LA POLINIZACIÓN DEL
CAFETO (Coffea arabica L.), EN SAN PEDRO NECTA HUEHUETENANGO.

THE INFLUENCE OF THE DOMESTIC HONEY BEE (Apis mellifera L.) IN THE COFFEE
TREE (Coffea arabica L.) POLLINATION, AT SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO.

RESUMEN

Después de conocer acerca de las bajas producciones obtenidas durante los últimos años en la producción de café en el municipio de San Pedro Necta, surgió la idea trabajar en la búsqueda de posibles soluciones en esta problemática relacionada con la Agricultura; este problema es originado por un complejo mecanismo de desarrollo, el que para poder ser entendido es necesario primeramente hacer estudios intensos en todas las áreas que conciernen a un desarrollo integral.

Se estudió la influencia que tiene la abeja melífica (Apis mellifera L.) en la polinización y producción del cafeto (Coffea arabica L.).

Se utilizaron tres variedades de café, var. Tipica, var. Pache común y la var. Bourbon; Todas ellas se considera que poseen el mismo porcentaje de autopolinización y polinización cruzada permitida. El área del ensayo fue de 2,500 metros cuadrados, en la que se colocaron 10 colmenas; se seleccionaron 29 plantas, de las cuales se tomaron dos ramas o bandolas en la parte central de la planta, a una de estas ramas se les recubrió con malla sintética (tul) antes de la floración, para impedir el acceso de las abejas a las flores.

Después de la floración, se removió la malla que recubría las bandolas y se hizo un conteo de frutos a los cinco meses de la floración. Se encontró en esta etapa únicamente un 39.66% de las flores (como frutos) con que se iniciaron las mediciones, en las ramas que no fueron cubiertas y 36.23% en las ramas recubiertas.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las variables medidas, las que fueron: a) Número de frutos que se formaron y maduraron; b) El peso húmedo del grano; c) El peso seco del grano; d) El tamaño del grano (a excepción de el grano pequeño, donde hubo diferencia estadística significativa); y, e) El porcentaje de granos defectuosos (vano y caracolillo).

El porcentaje de frutos formados y que maduraron fue de 15.74% mayor en las ramas polinizadas por las abejas (que no fueron recubiertas con la malla sintética). Se tuvo 4.60% más de granos grandes y 6.76 % de granos medianos en las ramas no visitadas por las abejas (recubiertas con malla); mientras que en los granos pequeños se encontró una diferencia del 42.09% mayor en las ramas polinizadas por las abejas (ramas descubiertas). Hubo 13.78% más de granos defectuosos, en las ramas polinizadas por abejas, contrariamente a lo que se esperaba. La diferencia en cuanto al peso húmedo, fue de 19.37% mayor en los granos de los frutos de las ramas no recubiertas; y, de 15.62% en peso del grano seco también en las ramas no recubiertas.

En general, la producción fue mayor en 15.62% (basada en el análisis del peso seco del grano) en el tratamiento donde se usó la polinización dirigida; aunque, según el análisis de campo y con las referencias bibliográficas, se concluye que la polinización entomófila no es factor determinante para incrementar la producción comercial del cultivo de café en San Pedro Necta.

1. INTRODUCCIÓN

En el municipio de San Pedro Necta, departamento de Huehuetenango, su economía está basada en el cultivo del café. Las producciones obtenidas en este cultivo en los últimos años han sido extremadamente bajas; la producción, según los agricultores de la región, bajó en un 50% aproximadamente en la cosecha de 1999-2000.

La producción agrícola también se desarrolla en función de las reglas económicas de la demanda, oferta y costos de producción (10). El lograr aumentar la producción manteniendo costos bajos o a través de otra actividad agropecuaria como en el caso de la Apicultura, es racionalmente aceptable desde cualquier punto de vista.

En este estudio, se investigó la influencia de la abeja doméstica (Apis mellifera L.) en la producción de café (Coffea arabica L.), es decir el grado de importancia que ejercen las abejas dentro de la polinización, fructificación y producción del cultivo. Se dice que el cafeto es una planta autógama (se poliniza por si misma), también que las abejas efectúan hasta un 80% de la polinización entomófila (por insectos) en el mundo (20) y sin las cuales nuestro ambiente sería diferente. De aquí la importancia de la presente investigación.

Puede pensarse que en la planta de café existe un porcentaje de las inflorescencias en las que no se produce la autopolinización, obedeciendo a un mecanismo natural que favorece el entrecruzamiento, es decir la aceptación de genes provenientes de otras plantas de la misma especie o especie afín, que garanticen la variabilidad genética. Si la polinización cruzada no se realiza en este porcentaje de flores, la producción obtenida será de un porcentaje menor (1, 3, 11).

Es necesario hacer notar que existe poca información acerca del tema a nivel nacional, lo que dificulta los procedimientos para la realización del estudio. El mismo también fué limitado por las condiciones climáticas de la región y por el tipo de manejo del cultivo en donde se realizó el experimento.

La investigación referente a polinización dirigida, se ha enfatizado sobre todo a la polinización de frutales, cultivos hortofrutícolas y producción comercial de semillas (11, 22).

En la región de San Pedro Necta, se han tenido bajas producciones de café en los dos últimos años, debido en parte porque el terreno donde se cultiva no es de vocación cafetalera, sino forestal; la producción también está influenciada por factores biológicos del cafeto posiblemente producidos por la carencia de tecnificación en los cultivos, y por factores de tipo climático (12, 23).

La producción de café en la región de estudio debe ser incrementada, a través de un mejor manejo del cultivo, sin que los costos de producción se eleven en exceso; para que el margen de utilidad de los productores sea mayor que el actual. En el área de San Pedro Necta y a nivel nacional, no se han realizado estudios por medio de los cuales se haya evaluado resultados de una polinización entomófila dirigida, utilizando a la abeja doméstica como agente polinizante específico. En la literatura no se hace mención del uso de apiarios como una técnica alternativa para mejorar la producción de café; ni del aprovechamiento de la Apicultura y sus productos para mejorar el nivel de vida de los caficultores de un área determinada. La sobrepoblación de una zona con abejas, crea competencia y la inutilidad de las colmenas, por lo que no todos los caficultores podrían tener acceso a esta técnica.

Es necesario, por lo tanto, encontrar alternativas para solucionar este problema que se acentúa cada año por los bajos precios de este producto, debido a la oferta muy competitiva de grano de café proveniente de países que recientemente se han convertido en productores significativos de café convencional a nivel mundial.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años se ha tenido bajas en la producción de café en el área de San Pedro Necta, por diferentes causas; los caficultores del área estiman que la producción disminuyó 30% en la cosecha del año 1998-1999, aproximándose a 50% en el año 1999-2000. Lo anteriormente mencionado, redundando en el nivel de vida de los miembros de las comunidades del municipio, siendo este el cultivo predominante en la región, el cual es la fuente de mayor ingresos de la población.

Es una realidad, que para mantener el ingreso, o mejorar el mismo, conjugando los altibajos de los precios en los mercados del café, el incremento de la producción por unidad de área es indispensable; así como también mejorar o mantenerlos estándares de la calidad que ostenta el café del área en estudio, y/o hacer el cambio en las técnicas de cultivo de lo tradicional a un cultivo orgánico lo cual es prometedor en cuanto a la obtención de mejores precios de venta del producto.

Se conoce que el cafeto (*Coffea arábica* L.) es una planta autógama, con un 85 a 91% de polinización propia; permitiendo un margen del 10% de polinización cruzada aproximadamente. Algunos autores solo afirman a este respecto que existe algún grado de polinización cruzada, en la que intervienen los insectos, el viento y la gravedad (1, 3).

A este porcentaje de polinización cruzada no se le brinda atención o es despreciado, aún por investigadores y/o técnicos principalmente, si se tiene conocimiento de su existencia; En algunos casos los técnicos consideran que las abejas existentes en la región, específicamente la abeja melífera, son suficientes para realizar la polinización cruzada en los cafetales; y, que el dirigir o contemplar una técnica de polinización entomofila en este cultivo no es utilizada (1, 3, 20, 22).

Siendo el cultivo del café de suma importancia en esta región, este porcentaje de polinización cruzada no puede ser despreciado, pues significa que si no se realiza la polinización cruzada, de cada 10 quintales de frutos que se pudieran producir, se estarían obteniendo únicamente 9 de ellos o posiblemente menos, si en realidad la polinización cruzada es de este porcentaje o mayor, y si tiene algún efecto en la producción (1, 3).

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Origen del cafeto y especies comerciales.

El cafeto (Coffea arabica L.) es originario de Etiopia, África. El género Coffea consta de 25 a 40 especies originarias de Asia y Africa tropical (19).

Hareer, citado por Ochsen et al. (19), afirma que existen 4 especies del genero Coffea que son cultivadas comercialmente a nivel mundial, y éstas son; C. arabica L., C. excelsa A. Chev, C. canephore Pierre Ex-Froehm y C. liberica Mull. Carvajal (7), se refiere a una quinta especie que se cultiva comercialmente, siendo esta C. derwervei Wild-Durant, afirmando que la especie C. arábica se cultiva en un 85% en el mundo.

Fue introducido a América alrededor de los años 1714-1718 a la Guayana Holandesa, actualmente Surinam. Su introducción a Guatemala data de 1760 como una planta ornamental, y con usos medicinales, puesto que se le consideraba tener algún poder curativo, no teniendo este cultivo originalmente importancia económica; teniéndose registro del café como cultivo en Guatemala, del año 1800. Alrededor de 1803 el cultivo recibió impulso del gobierno en cuanto a tecnificar el mismo, importándose semillas mejoradas de Costa Rica y Colombia, también se hicieron concesiones de tierras del Estado, principalmente. Para el año de 1846 el consumo de café estaba generalizado en Guatemala, no siendo la producción de esa época suficiente para satisfacer la demanda interna del grano, habiéndose realizado la primera exportación de café en el año de 1853 (3, 21, 27).

La Caficultura contrajo el desarrollo de la infraestructura del país, modernizándose los medios de producción, se construyeron vías de comunicación terrestres y puentes, se construyeron puertos marítimos, redes de ferrocarril, electricidad, se desarrolló el correo y el telégrafo (5).

Después del impulso dado al cultivo del café en Guatemala, la producción fue incrementada. Luján (18) dice que caficultores del extranjero vinieron a Guatemala y lograron obtener producciones altas, debido a las técnicas avanzadas de producción que aplicaron a la caficultura, y el tipo óptimo de suelos en donde cultivaban.

3.1.2 Anatomía y morfología del cafeto.

La raíz puede profundizar hasta un máximo de 50 a 60 centímetros, estando el 80 a 90% de las raicillas absorbentes en los primeros 30 centímetros de suelo. La planta posee un tallo principal, sobre el cual están dispuestas las ramas en forma opuesta, en diferentes ángulos, dependiendo de la especie y/o variedad; pudiendo tener ramas terciarias, como en el caso de la variedad de *C. arabica* Pache Común. Sobre las ramas, en la base o axila de cada par de hojas existen yemas "seriadas", que son latentes y tienen un comportamiento diferente a las yemas del tallo; estas yemas seriadas en su mayoría, debido a cambios climáticos dan origen a yemas florales, o bien pueden originar ramas secundarias. Las hojas se forman en el ápice del tallo y ramas (2, 3, 23).

Al nivel de la base de las hojas en cada nudo, se desarrolla un promedio de 12 flores por nudo. Los botones florales aparecen después de la estimulación a la planta por días cortos, entre los meses de octubre a diciembre, llegando a alcanzar de 5 a 8 milímetros de longitud; luego el crecimiento se detiene. El período de latencia es terminado al llegar las lluvias o irrigación después de un período seco; es estimado que 10 milímetros de lluvia son necesarios para estimular la floración. La apertura de las flores ocurre durante las primeras horas de la mañana, en el segundo día empiezan a marchitarse y en el tercer día se desprenden los pétalos y los estambres. Sus flores son hermafroditas y autofecundadas en un 85 a 91%, sucediendo que aún antes de abrirse la flor, algunas anteras liberan polen internamente, con una polinización cruzada que no está muy bien estimada, pero que puede ser del 15 al 10%. En la variedad catuai rojo, se ha encontrado que el margen de polinización cruzada es de 50% (1, 3).

El ovario fecundado (fruto) crece lentamente en las primeras 6 a 7 semanas, hasta alcanzar un tamaño de 3 a 4 milímetros. Después de este tiempo el fruto empieza a crecer rápidamente hasta los 3 ½ meses; período en el cual se determina el tamaño final del grano. Es conocido que en el café solo el 50% de las flores dan origen a frutos; y de las flores que cuajan solamente producen frutos maduros entre el 26 y 30%. A la pérdida de flores y frutos durante la etapa de producción es a lo que se le conoce como la "purga" del café (Cuadro 1), que es un reflejo de las condiciones fisiológicas de las plantas producidas por las condiciones ambientales naturales y de manejo del cultivo. La materia orgánica y minerales adicionados al suelo en las épocas que el cultivo lo requiere (como por ejemplo antes ó después de un ciclo de alta producción), evita la purga del café; ya que al haber más carbohidratos que materias nitrogenadas, se ven favorecidas la floración y la fructificación (2, 3).

La caída de los frutos durante el crecimiento llega a veces hasta un 30%, siendo que la mayor pérdida por purga ocurre dentro de los 3 primeros meses a partir de la floración, y se aminora al acercarse a la época de la cosecha. Se relaciona la caída de frutos con el número total de frutos formados por rama y con la deficiencia de carbohidratos, nitrógeno y potasio en la planta. Además se correlaciona la incidencia de temperatura bajas, altas precipitaciones pluviales, entre otros factores. La deficiencia de nitrógeno en la planta, hace que la relación oro/cereza disminuya desde el 20 hasta el 2%. La deficiencia de carbohidratos, puede incrementarse utilizando sombra adecuada. La no-disponibilidad de humedad en el suelo puede provocar secamiento y deterioro en los pequeños frutos. La mayor parte de la semilla la constituye el endospermo, el cual es de consistencia dura y de coloración verdosa (3, 12).

Cuadro 1. Porcentaje de frutos caídos en el café (*Coffea arabica* L.) después de la floración, en un cultivo tecnificado.

Semanas después de la floración	% de frutos caídos
0 - 4	20
4 - 11	27
11 - hasta la cosecha	23
Frutos Cosechados	30
Total	100%

Fuente: 1984. (Gua). Revista cafetalera vol. 247. Guatemala .

4.1.3 Variedades de café presentes en Guatemala.

Hasta el año de 1998 se contaban en Guatemala 11 variedades de la especie Coffea arabica, las cuales son: var. Typica, que es considerada la base del desarrollo de la caficultura en Guatemala; var. Bourbon; var. Caturra; var. Catuai; var. Pache Común; var. Pache Colis; var. Pacamará; var. Catimor; var. Mundo Novo; var. Maragotype; la especie Coffea canephora, está presente con la variedad Robusta (3).

Las tres variedades con que se cuenta en San Pedro Necta, pertenecen todas a la especie C. arabica, y son:

- a) Variedad Typica: se le denomina también como arábigo o criollo, es de porte alto, con alturas de 3 ó 4 metros a libre crecimiento, de producción baja. Las ramas forman ángulos de 60 grados con el eje principal, los entrenudos son largos. Los brotes terminales u hojas son de color bronceado, hojas angostas y de poco brillo, el fruto es alargado y de buen tamaño, buen rendimiento cereza-oro (23).
- b) Variedad Bourbon: es de porte alto, con alturas de 3 metros, sus ramas forman un ángulo de 45 grados con el eje principal, entrenudos mas cortos que el Typica, hojas terminales de color verde tierno, poco resistentes al viento, hojas mas redondeadas y brillantes que el Typica; el fruto es más pequeño y redondeado que el Typica; comparado con el Typica es de alta producción (23).
- c) Variedad Pache Común: esta variedad es una mutación de la variedad Typica, aparecida en Mataquescuintla, departamento de Jalapa. Es de abundante ramas secundarias y terciarias, con producción promedio de alta, pues es un cafeto de alta producción. Los brotes tiernos poseen una coloración bronceada, sus ramas están insertadas al eje principal en un ángulo de 60 grados; el largo, ancho y aspecto de la hoja es similar al del Typica, entrenudos mas cortos que el Typica, frutos grandes mas largos y anchos que el Typica (3).

3.1.4 Secamiento del grano durante la cosecha.

El grano de café después de la etapa del despulpado, recién fermentado, lavado y recién escurrido, posee un contenido de humedad de alrededor del 55% sobre base húmeda. En la práctica comercial el contenido de humedad del café pergamino se rebaja a un porcentaje comprendido entre el 9 y el 14%, para su almacenaje, venta y trilla posteriores (4,11,14,25).

Se utilizan básicamente para su secado dos formas: al sol y por medio de maquinas secadoras. Cuando se hace un secado al sol, que es el mejor método de secado, el que produce mejor calidad de café, un presecamiento de 4 horas y un secado de 23 horas, es el tiempo que da el mejor contenido de humedad del grano, que es de 10.5% o sea que se aproxima al mismo, además da el mejor color de grano, consistencia, tamaño y taza. En general se puede decir que por medio de este método se obtiene una mejor calidad de grano (6).

En lo que a semillas y almacenamiento de granos se refiere, el contenido final de humedad para un almacenaje seguro, oscila entre los 4 y 12%, dependiendo del tiempo de almacenaje previsto. Usualmente son deseables los contenidos bajos de humedad para períodos largos de almacenamiento (4, 11).

3.1.5 La polinización en el cafeto.

Haciendo énfasis en lo que es la polinización cruzada, de acuerdo a Alfaro (1), uno de los problemas de los que no se tiene explicación exacta es la magnitud de la polinización cruzada en las diferentes variedades de café (*Coffea arabica* L.), el cual es definido como una planta autógama; además los investigadores han informado que existe influencia de insectos polinizadores, el viento y la gravedad en relación con la polinización cruzada.

También se dice que la polinización cruzada está condicionada además, por la temperatura (factor de tipo climático) y, por el tipo de vegetación existente alrededor de los cultivos. Otro factor que interviene en la polinización cruzada es el peso del grano de polen, el cual al no poder ser transportado por el viento, necesita de la participación de animales en el proceso (20).

3.1.6 Importancia del polen en la formación y desarrollo de los frutos.

Se conoce que el polen posee una hormona del crecimiento (auxina), que produce un estímulo en el crecimiento inicial del fruto. Se cree estar demostrado que aún para el desarrollo de frutos sin que halla fertilización (partenocárpicas) es necesaria la auxina, la cual es proporcionada directamente al fruto para su crecimiento inicial, por el polen; dicho de otra manera, en la partenocarpia es indispensable la auxina proveniente del polen (1, 20). Stephen citado por Ortega (20), en el estado de Oregon, Estados Unidos, resguardó árboles de peras de la variedad Bartlett (partenocárpicas) de la visita de abejas, durante tres temporadas y se redujo la producción en un 92%.

3.1.7 Composición química del polen.

En cuanto a la composición química del polen, Brigorujam y otros citados por Ortega (20), en 1971, detectaron veintisiete minerales en el polen. Los mismos minerales se detectaron en las larvas de abejas, siendo el fósforo (P) y el potasio (K) los minerales más abundantes en las abejas. En el café, el elemento fósforo (P) es promotor del desarrollo del fruto en la etapa de producción; el elemento potasio (K) es el catión (elemento con carga positiva) requerido en mayor cantidad por los tejidos vegetales que los otros cationes, es activador de alrededor de 60 enzimas, incrementa el efecto del nitrógeno (N) y contribuye a la fijación del nitrógeno atmosférico, controla el nivel hídrico de las hojas, mejorando el estado de la planta en épocas secas y, controla el efecto de temperaturas bajas, y mejora la resistencia del grano (3). De lo anterior se puede deducir la importancia del contenido de fósforo y potasio en el polen, con relación a la polinización, fertilización y producción de frutos de café.

3.1.8 Importancia de la abeja doméstica en la producción agrícola.

A la abeja doméstica se la determina técnicamente con el nombre de Apis mellifera L. La palabra melífera significa que lleva o acarrea miel; aunque literalmente la abeja acarrea néctar para hacer la miel (melífica). Debido a lo anterior el nombre correcto sería melífica, aunque por reglas establecidas se debe usar el primer nombre dado a cualquier especie clasificada como tal (15). Es conocido que la abeja mielera (Apis mellifera L.) lleva a cabo un amplio porcentaje de la polinización entomófila.

Algunos investigadores, probablemente apicultores, afirman que la abeja doméstica realiza alrededor del 80% de la polinización entomófila (algún entomólogo pondrá en duda estos datos), aunque la abeja melífica no es la única especie que interviene en la polinización cruzada (20).

La instalación de apiarios en cultivos de girasol puede incrementar la producción en más del 30% y en cultivos de melón el incremento puede ser hasta de un 50%; en cultivos de fresa, algodón, okra, frijol lima y haba, se considera que la polinización dirigida o que la polinización por insectos generalmente aumenta los rendimientos pero que no es esencial para la producción comercial. Al no haber polinización en una flor y por consiguiente no hay fecundación en un ovario, se producen anomalías en todos los óvulos en su crecimiento, y el fruto terminará siendo deforme y de un valor inferior (11, 20).

La regla natural es la polinización cruzada, mecanismo que ha permitido a las plantas su supervivencia. Existen plantas que bajo ciertas condiciones climatológicas tienen la tendencia a formar frutos sin que se de la polinización. Contadas especies de plantas, aún producen frutos con semillas viables en forma asexual. Se ha notado que plantaciones de especies partenocárpicas también aumentan su producción cuando existen plantas polinizadoras y colonias de abejas (11, 20).

En lo referente a la producción de semillas, la abeja melifica puede ser considerada como una herramienta mas de el productor, para aumentar la producción de frutos y semillas. La polinización natural es de gran importancia, como lo es la humedad y fertilidad naturales del suelo; y, aunque están en la naturaleza, generalmente se necesita complementarlas. Para determinar la cantidad de abejas a utilizar para polinización dirigida, debe de tomarse en cuenta la eficiencia y abundancia de los polinizadores silvestres, así como si existen apiarios comerciales en un radio no mayor a los 600 metros, no sería necesario establecer colmenas dentro de un cultivo (11, 22).

3.1.8.a La Apicultura orientada a la polinización.

Para efectos de polinización se utilizan colmenas fuertes. Una colmena fuerte puede poseer 60,000 o más abejas; puesto que una colmena bien poblada garantiza un buen servicio de polinización, especialmente si se van a tener condiciones climáticas adversas, y si se poseen cultivos en los que la polinización orientada o dirigida contribuye a obtener mejores producciones (22).

La polinización dirigida u orientada se ha utilizado y cuantificado en cultivos de frutales, cultivos hortofrutícolas y en la producción comercial de semillas (11, 22). En estos cultivos se han obtenido resultados positivos, por los cuales se ha continuado el uso de colmenas dentro de ellos, específicamente para la polinización (cuadro 2).

Cuadro 2. Número de colmenas que se utilizan en algunos cultivos comerciales, para efectos de polinización dirigida, en los Estados Unidos.

CULTIVO	NO. DE COLMENAS/HA.
Melón, sandía y curcubitáceas	6
Hortalizas y flores para la producción de semillas	20 a 30
Ciruela	8
Manzana	4 a 6
Pera	6 a 8

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 1961.

Alfaro (1) encontró que durante floraciones fuertes en el cultivo de café, con polinización "orientada", el polen recogido por las abejas fue en un 100% proveniente de cafetos.

El estímulo que atrae a las abejas a recolectar cierto tipo de polen, está en relación con la diversidad de los diferentes tipos de polen que se encuentran a disposición de éstas. A veces, las abejas prefieren el polen de las malezas que el de los cultivos comerciales que se encuentran en floración simultáneamente. Esta atracción depende de la producción mayor de polen por la flor, el que a la vez depende del número de estambres y del tamaño de la flor; también de la densidad de árboles. Por ende, las flores en un cultivo juegan un papel importante en la atracción de las abejas a las plantas y sus flores (22).

Durante las floraciones del café se puede notar que las abejas construyen gran cantidad de panales; y, aún se puede obtener una cosecha de miel al menos para las condiciones de San Pedro Necta; o bien permitir a las abejas almacenar la miel proveniente de las diferentes floraciones del café, para su manutención durante el periodo de lluvias. Podemos concluir entonces, que el cafeto es una buena planta productora de néctar y polen, es decir que es también una planta que debe de estar dentro de las plantas de interés apícola.

Para efectos de polinización, se debe tener en cuenta que plantas con un desarrollo excesivo, con sobre riego o en floración durante intensos periodos de lluvias, pueden producir una gran proporción de granos de polen infértiles, con los que disminuye el grado de atracción de sus flores para las abejas (22).

Las abejas presentan un patrón de recolección. Al empezar por la mañana a recolectar polen y néctar de una especie, continúan durante todo el día con la "pecorea" o recolección de la misma especie. En cultivos comerciales, con polinización orientada, la mezcla de pólenes extraños con los de la especie polinizando, dependen en gran manera de la cantidad y calidad de polen y néctar de la especie a polinizar; y, de las especies de plantas que rodean al cultivo bajo polinización. Posiblemente podría tratarse de polen colectado por abejas exploradoras que buscan nuevas fuentes de polen, o de pecoradoras de néctar que lo recolectaron al visitar otras flores (1, 11, 22).

El factor de más importancia en cuanto a la atracción hacia las flores para las abejas, es el néctar que secretan; que es al igual que en el caso del polen, relativo a la cantidad y calidad de néctar producido por la especie vegetal (22).

Generalmente, las anteras en las flores se abren en forma sincronizada con la mayor secreción de néctar, siendo esta mayor en los días soleados que en los días nublados. La calidad del néctar es mejor en días soleados y con baja humedad relativa, pues los azúcares están más concentrados (22).

Parece ser que la secreción de néctar está estrechamente ligada a la sexualidad de la flor. Dicha secreción alcanza su máximo durante el primer día de la apertura floral (22). En el caso del café, la flor permanece abierta y viable únicamente un día, lo que nos indica su alto poder de autopolinización (3, 11).

Otro de los factores determinantes en la pecorea o recolección de alimentos por las abejas, es la concentración azúcares, prefiriendo las abejas concentraciones de más del 20% de azúcares. Especies que producen néctar con bajas concentraciones de azúcares, son poco visitadas por las abejas. La cantidad de néctar por flor también influye en la recolección, eligiendo flores que poseen mayor abundancia a igual concentración de azúcares (22).

La cantidad y concentración del néctar disponibles en la flor varían aún en el mismo día. La temperatura mínima a la cual la secreción de néctar se detiene también difiere de una especie a otra. La humedad relativa, los nutrientes del suelo, la presión atmosférica, la dimensión de los nectarios, la posición de la flor sobre la planta, estructura de la flor, la especie, y el viento también influyen en la producción de néctar en las flores, por lo tanto en la polinización de una especie (1, 20, 22).

Las abejas europeas no realizan vuelos ni actividades polinizadoras en periodo de lluvias; con ligeras lloviznas se alejan mas o menos 100 metros de la colonia (20, 22). La abeja africanizada, rompe todo este esquema.

En la polinización orientada o dirigida utilizando abejas, se ha comprobado que las colmenas no deben de estar a mas de 400 metros de las plantas a polinizar para obtener la máxima eficiencia, estas deben de estar situadas en un radio menor a los 125 metros. Se calcula que 4 colmenas por hectárea, en la mayoría de los cultivos a polinizar y bajo condiciones normales, cubre las necesidades del cultivo, en cuanto a polinización cruzada se refiere. Lo anterior para una cantidad de 100 árboles frutales, utilizando colmenas no muy vigorosas, siendo más eficaz la polinización cruzada cuando las colmenas están agrupadas (11, 22).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Descripción biofísica del área.

El municipio de San Pedro Necta esta localizado en el departamento de Huehuetenango, tiene una extensión aproximada de 119 kilómetros cuadrados, con las colindancias siguientes: al norte los municipios de San Antonio Huista, y Chiantla; al este con Todos Santos Cuchumatán y Santiago Chimaltenango; al sur con San Ildefonso Ixtahuacán y Colotenango; al oeste con La Democracia y La Libertad. Todos los municipios anteriormente mencionados pertenecen al departamento de Huehuetenango, según el Diccionario Geográfico Nacional (16), ver anexo Figura 3A.

La cabecera municipal está dividida por el río San Pedro, y se comunica esta con la cabecera departamental a través de una carretera de terracería de 4 kilómetros de longitud, la que se intercepta con la carretera Interamericana, en la que se debe de hacer un recorrido de 48 kilómetros para llegar a la ciudad de Huehuetenango. El municipio posee carreteras de terracería y veredas, para su comunicación interna (16).

La altitud a la que se encuentra la cabecera municipal es 1,520 metros sobre el nivel del mar, a una latitud Norte de $15^{\circ}29'24''$, y longitud Oeste de $91^{\circ}45'56''$. El clima de San Pedro Necta es variado de templado a cálido, dependiendo de la época del año, variando también en diferentes sectores en relación con la altura (16, 17).

En cuanto al recurso hídrico del municipio, cuenta con el río San Pedro, afluente del río Selegua, y otros arroyos que se unen directamente al río Santa Ana Huista. La precipitación pluvial promedio del área está en el rango de los 1,000 a 2,000 milímetros al año, dependiendo de las condiciones bioclimáticas. El agua captada en esta área drena hacia el golfo de México (16, 27).

El agua utilizada para consumo humano y para pequeños riegos es obtenida de arroyos que alimentan a la corriente del río San Pedro. Su potabilización es necesaria.

La topografía del lugar es escarpada, en la que predominan pendientes de un 80% y más, siendo sus suelos formados por lutita, caliza interestratificada y arenisca; el 95% de los suelos son poco profundos del grupo II-C y el 5% del terreno en el suroeste también son poco profundos y secos (27, 24).

Actualmente existen escasas áreas con coberturas de coníferas, los que cubren de un 25 a 35% del área; también hay remanentes de especies de latifoliadas, como lo son encino (*Quercus* sp.) y aliso (*Alnus* sp.) en cantidades menores; así como plantaciones artificiales de ciprés (*Cupressus* sp.) plantados a la orilla de las carreteras, producto de trabajos escolares. Otras especies de importancia determinadas fueron el aguacate (*Persea* sp.) y sauce (*Salix* sp.). La vegetación natural de porte bajo y herbáceo también ha sido disminuida notablemente por las actividades agrícolas de la población y por las diferentes necesidades que la misma tiene en sus actividades diarias y de desarrollo. Otro 35% del área total del municipio está cubierta por cultivos de café y árboles que se usan como sombra del mismo, especialmente especies del género *Inga*, que son especies que producen frutos conocidos comúnmente como vainas (16, 24).

Se cultiva maíz y frijol en asocio, hortalizas en mínima cantidad para la comercialización y para el consumo familiar; el cultivo de caña de azúcar, que en una época pasada fue predominante en el lugar, ha sido substituido por el cultivo del café (16).

La deforestación del área es notable y continua, debido a la habilitación de suelos para la agricultura permanente, y también porque la leña se utiliza como fuente energética única en la mayoría de los hogares de las comunidades rurales y aun en la cabecera municipal.

La fauna en la región ha sido extinguida y/o desplazada a regiones en que no es posible realizar actividades agrícolas por lo inaccesible del terreno, solamente algunas especies que toleran la presencia del hombre, sus actividades y zonas urbanas, son las que se encuentran presentes, especialmente especies de pájaros (16).

Los suelos de esta región son predominantemente de vocación forestal, presentando características no apropiadas para la agricultura mecanizada (24). La erosión del suelo no está cuantificada, las prácticas de conservación de suelos son pocas en donde se cultiva maíz, no así en los cultivos de café en los cuales se hacen estas prácticas.

3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EXPERIMENTALES

3.3.1 Característica de los cultivares de café de San Pedro Necta.

Las variedades de café que actualmente se están cultivando en San Pedro Necta, son generalmente 3 siendo estas: var. Typica o arábica, var. Bourbon y la var. Pache Común, todas pertenecientes a la especie C. arabica. Estos cultivos son poco tecnificados, limitándose esta a una o dos fertilizaciones al año, labores culturales, selección de semillas y conservación de suelos. No se realiza análisis de suelos para determinar su fertilidad, y si se hacen no se practican las enmiendas necesarias, existiendo en la región problemas de acidez, debido al prolongado uso de fertilizantes químicos y la lluvia.

Los suelos en los que se cultiva el café son de vocación forestal en su mayoría, y los costos de producción, aunque los mínimos, resultan altos debido a baja producción (24).

3.3.1. a Características de la Apicultura del área de estudio.

La región de San Pedro Necta, es un área muy propicia para la Apicultura, según ha sido determinado por diferentes estudios de factibilidad para proyectos apícolas realizados por diferentes instituciones, incluyendo estudios que realizara el Ministerio de Agricultura conjuntamente con la Asociación Para el Desarrollo Integral de San Pedro Necta en los últimos dos años; significando que en el área de estudio ha habido abejas presentes, pero no se han conducido estudios específicos en los que se hayan utilizado colonias de abejas dentro de los cultivos de café ¹.

¹ Rivas De L., F. 2,000. Proyectos apícolas elaborados para la Asociación para el Desarrollo Integral de San Pedro Necta (ASODESI). Huehuetenango, Guatemala. (comunicación personal).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la abeja doméstica (Apis mellifera L.) en la polinización del cultivo de café (Coffea arabica L.), en San Pedro Necta, Huchuetenango.

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Comparar y evaluar la producción con relación a la autopolinización y la polinización realizada por la abeja doméstica en un cultivar de café, utilizando colmenas dentro del cultivo.

5. HIPÓTESIS

La polinización "entomófila dirigida" utilizando a la abeja doméstica como agente polinizante específico, incrementa la producción en el cultivo de café.

6. METODOLOGÍA

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este estudio se utilizó un cultivar de café dentro del área de la comunidad de San Pedro Necta, Huchuetenango; con variedades Typica, Bourbon y Pache Común, todas de la especie C. arabica. Se utilizaron 10 colmenas de abejas domésticas (Apis mellifera L.) existentes en el área de estudio, siendo del tipo híbrido intraespecífico, resultante del cruce de la abeja italiana ó europea (Apis mellifera L. ligustica) con la africana (Apis mellifera L. adansonii); lo que en nuestro medio se le conoce como abeja africanizada (1); las colmenas se colocaron al centro de la parcela experimental de 2,500 mts. cuadrados.

Se hizo un muestreo al azar con 29 muestras (26). De cada planta muestreada se tomaron dos ramas (bandolas), de igual contenido de material productivo (no leñoso). Se hicieron dos tratamientos: 1) Tratamiento I testigo o comparador, que consistió en marcar la rama seleccionada y hacer un conteo de las flores que produciría. Estas ramas no se cubrieron con el objetivo de permitir a las abejas entrar en contacto con ellas y las polinizaran (polinización dirigida); 2) Tratamiento II, que consistió en seleccionar, marcar, hacer un conteo de las flores en proceso de desarrollo en la rama y recubrirla con malla plástica (tul) antes de la apertura de las mismas, para impedir que las abejas entraran en contacto con ellas.

El recubrimiento de una de las dos ramas de cada planta, con malla plástica, fue para impedir que las abejas (y otros insectos polinizantes de tamaño mayor que el diámetro de la malla, es decir mayor que 3 milímetros) penetraran y alcanzaran las inflorescencias de las ramas.

En otras palabras, en cada planta muestreada se realizó los dos tratamientos, con el objeto de hacer la variación de datos menos amplia; es decir, para que la producción que se obtuvo en una planta esté reflejada en los dos tratamientos.

A los datos obtenidos se les realizó una prueba para comparación de medias con observaciones en parejas para cada variable, usando al estadístico "t de Student" como parte del análisis estadístico (8, 9, 13).

Las variables que se evaluaron son:

- a) El número de frutos que cuajaron y que alcanzaron la madurez.
- b) Peso húmedo del grano.
- c) Peso seco del grano.
- d) Tamaño del grano.
- e) Porcentaje de granos defectuosos (vanos y caracolillos)

6.2 SITIO EXPERIMENTAL

El presente estudio, se realizó en un área representativa de las condiciones ambientales (cobertura natural, suelo y pendiente), variedades utilizadas y el manejo de cultivo que se utilizan en la región de San Pedro Necta, Huehuetenango.

En esta zona del país, no se poseen cultivos homogéneos, con relación a las variedades que se utilizan, ni a su manejo.

6.3 EL ANALISIS ESTADÍSTICO Y TIPO DE MUESTRA

Debido a las condiciones de cultivo en el lugar donde se realizó esta investigación, y a la naturaleza de la misma, no fué utilizado ningún tipo de diseño experimental, además se contó con variedades distintas de café dentro del sitio experimental, es decir con una población no homogénea.

Por lo tanto se procedió a:

- a) Obtener una muestra al azar de 29 individuos y con los resultados obtenidos se hizo un estudio sobre la distribución muestral, haciendo uso del estadístico "t de Student", con comparaciones en parejas para todas las variables.
- b) De cada individuo seleccionado, se tomaron dos ramas, de igual tamaño, con igual contenido de material productivo (no lignificado y con igual número de hojas). Después se realizó un conteo de las flores en cada rama seleccionada, para posteriormente cubrir una de las ramas con malla sintética ("tul") antes de la apertura floral, para no permitir que las abejas entraran en contacto con las flores de estas ramas.
- c) Las ramas seleccionadas que no fueron cubiertas con tul, fueron nuestro tratamiento I (testigo); las ramas que se cubrieron con tul, fueron nuestro tratamiento II.
- d) Se hizo un conteo de los frutos que cuajaron cinco meses después de la floración, y colección de los frutos que maduraron en las ramas de los tratamientos I y II.

- e) **Peso húmedo del grano.** Este dato se tomó después de despulpar, fermentar, lavar y darle un presecamiento al sol de alrededor de cuatro horas (escurrimiento del agua de lavado); y luego pesado, para posteriormente proceder a su secamiento definitivo.
- f) **Tamaño del grano.** Para cuantificar esta variable, se tomó en cuenta únicamente el diámetro del grano escarificado, de la manera siguiente:
- f.1 Grano grande para un diámetro de $19/64''$ (8 mm) y mayor .
 - f.2 Grano mediano para un diámetro entre $19/64''$ a $15/64''$ (6 a 8 mm).
 - f.3 Grano pequeño para un diámetro menor a $15/64$ (6 mm) .
- g) **Peso seco del grano.** Esta cuantificación se determinó después de haber pre-secado el grano por cuatro horas, mas un secamiento al sol de 23 horas. El porcentaje de humedad del grano se determinó en el laboratorio del Banco de Semillas de la Facultad de Agronomía, por medio del desecador infrarrojo Mettler Toledo LP16, habiéndose obtenido el 14% de humedad en el grano producidos en las plantas en estudio, después del secado al sol.

6.4 INTERPRETACION DE DATOS

Durante la fase del análisis de los datos recabados en el campo, únicamente se hizo una prueba de comparación de medias a las variables: a) número de frutos que alcanzaron la madurez; b) peso húmedo del grano; c) tamaño del grano; d) peso seco del grano; e) porcentaje de granos defectuosos (granos vanos y caracolillos), por ser las variables necesarias para cuantificar la producción en este cultivo.

El modelo de la prueba estadística (8) para la comparación de medias que se utilizó esta dado por:

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

En donde:

- T es el estadístico "t de Student"
- \bar{X}_1, \bar{X}_2 son las medias de los tratamientos.
- S_1^2, S_2^2 son las varianzas de los tratamientos
- n_1, n_2 es el numero de muestras de los tratamientos

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Las ramas de las plantas que se muestrearon, se eligieron en la parte media de los cafetos, tratando que fueran de las mas largas y que tuvieran el mismo número de hojas (material productivo no lignificado), para que no hubiera demasiada variación en el número de flores producidas en las ramas seleccionadas: ramas no cubiertas (Tratamiento I, comparador o testigo) y las ramas cubiertas con malla (Tratamiento II). El largo de rama mencionado en este cuadro se refiere a la parte de la rama que presentó hojas y flores en desarrollo. Existió gran variación en el número de flores encontradas en las ramas tratadas, no existiendo un patrón de relación entre el largo de una rama y el número de flores que pudiera producir. Se encontró que el largo total de las ramas no es el que determina el número de flores que se producen en la misma, sino que es el número de nudos con hojas (parte que no es leñosa); o sea, que el estado fisiológico de un cafeto se refleja en este aspecto (Cuadro 3).

Cuadro 3. No. de flores en las ramas plagiotrópicas de café (*Coffea arabica* L.), al inicio de los tratamientos, San Pedro Necta, Huchuetenango 2,000.

No. de planta	TRATAMIENTO I (RAMA DESCUBIERTA)		TRATAMIENTO II (RAMA CUBIERTA)	
	Numero de flores	Largo de rama(cm)	Numero de flores	Largo de rama(cm)
1	122	50.8	151	50.8
2	84	40.64	83	40.64
3	76	30.48	103	30.48
4	56	30.48	53	30.48
5	103	30.48	103	30.48
6	115	33.02	99	33.02
7	68	33.02	101	33.02
8	62	30.48	123	30.48
9	181	48.26	163	50.8
10	161	60.96	96	55.88
11	81	33.02	111	35.56
12	145	60.96	101	60.96
13	186	91.44	223	86.36
14	151	73.66	108	53.34
15	167	50.8	142	53.34
16	158	73.66	186	78.74
17	79	50.8	148	83.82
18	111	50.8	162	60.96
19	64	40.64	70	33.02
20	170	63.5	---	71.12
21	33	35.56	14	35.56
22	135	43.18	108	35.56
23	39	26.67	36	30.48
24	82	55.88	78	40.64
25	118	30.48	80	30.48
26	---	73.66	---	68.58
27	98	68.58	62	66.04
28	129	73.66	180	63.50
29	---	50.80	104	55.88
	Total =2,974 Media=110.15 S ² =1,977.6	Media=49.53	Total =2,988 Media=110.67 S ² =2,245	Media=52.96

Cinco meses después de la floración, se hizo un conteo de frutos, estimándose que en esa etapa de la producción, únicamente un 42.53% de las flores en las ramas descubiertas y el 38.59% en las ramas cubiertas, estaban representadas por los frutos que aún permanecían en las ramas (Cuadro 4). Este también es un reflejo de la fisiología del cafeto el cual realizó la eliminación de las flores que no cuajaron frutos, ya sea por no haberse realizado en ellas la polinización, por cambios climáticos o por deficiencias de nutrientes en el suelo. La literatura reporta que solamente un 50% de las flores cuaja frutos sin polinización dirigida. Con la polinización dirigida, bajo las condiciones de este estudio no hubo diferencia con lo reportado en la literatura, ya que el porcentaje de frutos encontrados en esta etapa aún no eran menores a un 30% (porcentaje de flores que producen frutos maduros, según la literatura), aunque el porcentaje de frutos era mucho mayor en las ramas polinizadas.

Cuadro 4. Número de frutos de café cinco meses después de la floración, en ramas plagiotrópicas de café (*Coffea arabica* L.)*, San Pedro Necta, Huehuetenango 2,000.

Numero de Planta	Tratamiento I (testigo, rama descubierta)	Tratamiento II (rama que fue cubierta).
1	13	14
2	32	28
3	51	24
4	33	31
5	77	73
6	15	31
7	5	18
8	22	10
9	75	7
10	12	6
11	35	49
12	***	***
13	33	***
14	65	25
15	72	79
16	65	78
17	***	64
18	46	71
19	28	35
20	78	94
21	17	6
22	72	65
23	10	13
24	39	34
25	53	33
26	146	87
27	47	28
28	64	92
29	60	58
	TOTAL 1,265 frutos	TOTAL 1,153
	Media 46.85	Media 42.70
	S ² =927.05	S ² =826.29

*En el ensayo se contó con plantas de las variedades Typica, Borbón y Pache Común

***Datos perdidos

El análisis estadístico para el número de frutos encontrados en las ramas a los cinco meses después de la floración, revela que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, es decir que en esta etapa, la polinización realizada por las abejas, no presentaba ninguna influencia estadísticamente significativa dentro de la producción (Cuadro 5). Se encontró que del total de frutos del recuento hecho a los cinco meses después de la floración, un 38.73% no llegaron a madurar en el tratamiento I (rama descubierta, testigo); y el 43.37% no alcanzó la maduración en el tratamiento II (rama no visitada por las abejas). La caída de los frutos fue menor en los últimos dos meses previo a la cosecha, comparada con los cinco meses anteriores: 16.48% en el tratamiento I y 16.73% en el tratamiento II. Parece ser que al grano ya formado en esta etapa, los factores ambientales no les afectan ni les provoca la caída, como sucede al inicio de la fructificación.

Cuadro 5. Prueba de "t de Student" para el número de frutos existentes en las ramas plagiotrópicas de café (*Coffea arabica* L.)*, cinco meses después de la floración, San Pedro Necta, Huehuetenango 2,000.

	Número de frutos 5 meses después de la floración	
	Tratamiento I (Ramas descubiertas)	Tratamiento II (Ramas descubiertas)
Media	46.85	42.70
S^2_{n-1}	927.054	826.293
N	27	27
Frutos totales	1,265	1,153
T tabulada	(alfa, 0.1)=1.708 (alfa, 0.05)= 2.06	
G. L.=n-2		
T calculada	0.515 n. s.	

*En el ensayo se utilizaron plantas de las variedades Typica, Borbón y Pache común, las que se considera poseen el mismo margen de polinización cruzada permitida.

n. s. = no significativo estadísticamente.

Estadísticamente al efecto de los tratamientos realizados: rama descubierta (tratamiento I), y rama recubierta (tratamiento II), medido por la producción de frutos maduros, no se le encontró diferencia significativa. Esto indica que el efecto neto que pueda tener la polinización por medio de la abeja doméstica; en este caso no fue detectado mediante la producción de frutos maduros, debido a que en la producción de café existe un porcentaje que es descontado de ella, que lo conforman lo que se le denomina los granos defectuosos que son: los granos vanos, caracolillo, elefante, brocados, etc. (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de "t de Student", para el número de frutos de café (*Coffea arabica* L.)* que alcanzaron la maduración, San Pedro Necta 2,000.

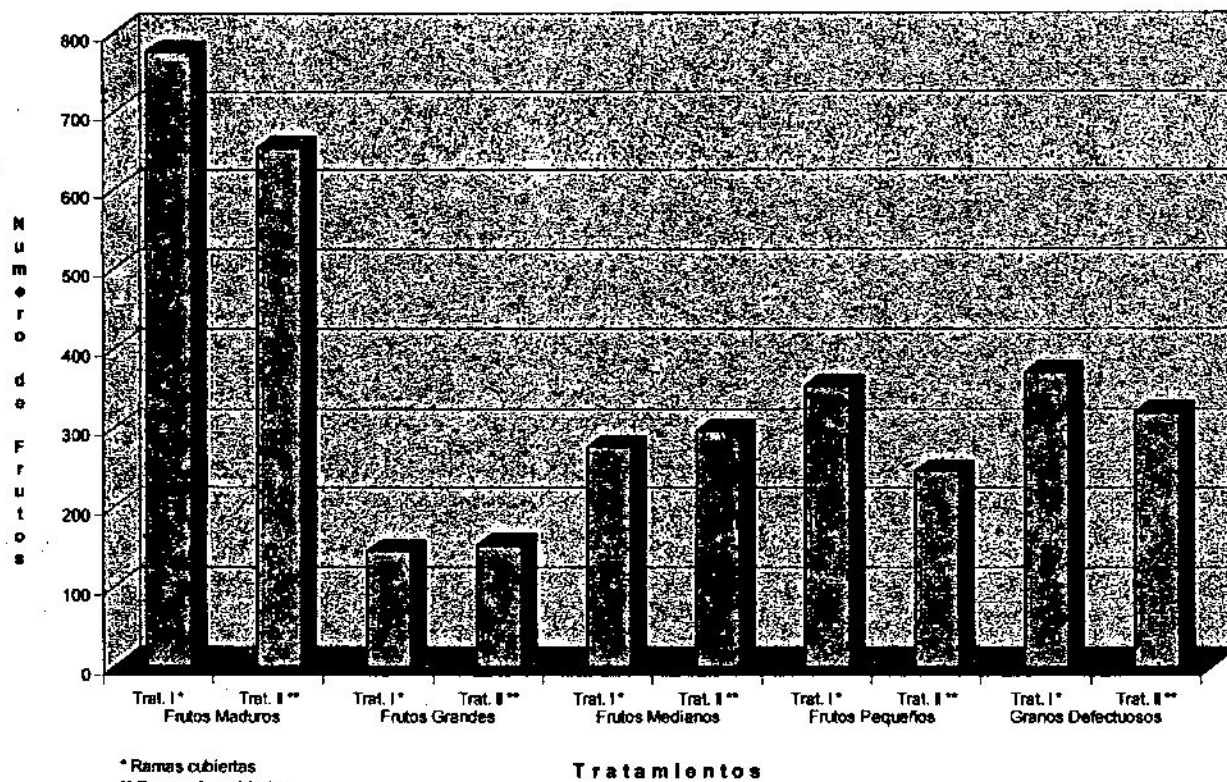
	Número de frutos que maduraron	
	Tratamiento I (Ramas descubiertas)	Tratamiento II (Ramas cubiertas)
Media	32.2917	27.2083
S^2_{n-1}	473.5999	384.0851
N	24	24
Frutos totales	775	653
T tabulada	(alfa, 0.1) = 1.711 (alfa, 0.05) = 2.064	
G. L. = n-2		
T calculada	0.850 n. s.	

*En el ensayo se utilizaron plantas de las variedades Typica, Bourbon y Pache Común, las que se considera poseen similar margen de polinización cruzada permitido.

n. s. = no significativo estadísticamente.

En lo que respecta a la variable tamaño de grano, no hubieron diferencias marcadas entre los dos tratamientos. En primer lugar, el número de frutos que alcanzaron a madurar fue mayor en 15.74% en el tratamiento número uno (testigo, rama descubierta); para los frutos grandes, la diferencia porcentual fue de 4.60% mayor en el tratamiento número dos (rama cubierta); para frutos medianos, se obtuvo una diferencia del 6.76%, mayor en el tratamiento dos (rama cubierta); para frutos pequeños, la diferencia fue de 42.09% mayor en el tratamiento uno (testigo, rama descubierta).

En lo referente a granos defectuosos, es decir los granos que no forman parte de la producción (incluyendo los granos vanos y caracolillos, etc.), la diferencia fue de un 13.78% mas granos defectuosos en el tratamiento número uno (testigo, rama descubierta), posiblemente este último resultado es un reflejo de la efectividad polinizante de las abejas, pero como consecuencia de las condiciones fisiológicas del cultivo no se obtuvo en todos los frutos granos completos (Figura 1).

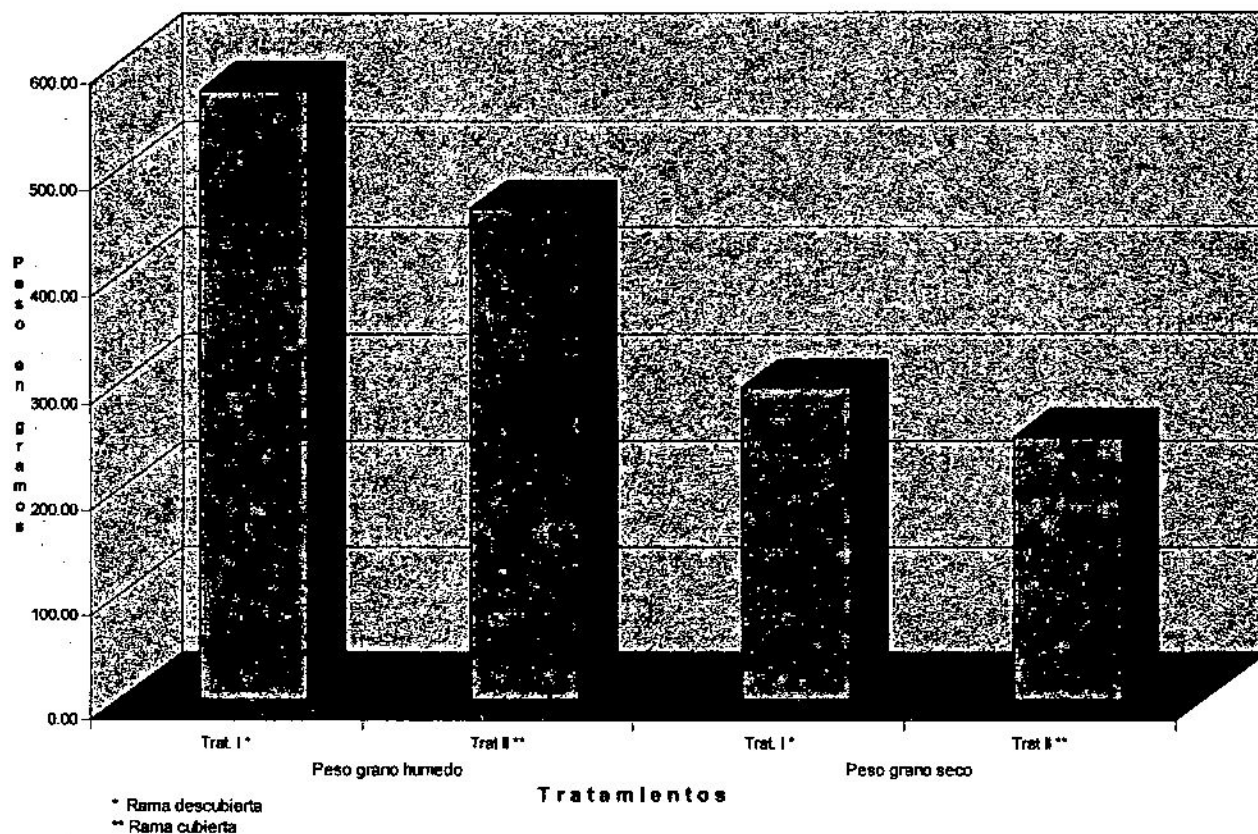


*Ramas cubiertas
 **Ramas descubiertas

Nota: Las variedades utilizadas en el ensayo fueron Típica, Bourbon y Pache Común, pues se considera que poseen el mismo margen de polinización cruzada permitido.

Figura 1. Diferencia comparadas de las variables cuantificadas en café (*Coffea Arábica* L.), en San Pedro Necta, Huehuetenango 2000.

Para las variables peso húmedo y peso seco, el mayor peso lo mostraron los granos producidos por las plantas del tratamiento uno (testigo, ramas descubiertas), con un porcentaje de 19.37% para el peso húmedo y 15.59% para el peso seco del grano. Este porcentaje, es el que es más importante de los porcentajes antes mencionados, pues refleja la producción neta obtenida (Figura 2).



Nota: Las variedades utilizadas en el ensayo fueron Típica, Bourbon y Pache Común, pues se considera que poseen el mismo margen de polinización cruzada permitido.

Figura 2. Diferencia entre húmedo y seco, por tratamiento, en café (*Coffea Arábica* L.), en San Pedro Necta, Huehuetenango 2000.

Las diferencias en las variables peso húmedo y peso seco del grano, son las que juntamente con la variable número de frutos que maduraron, nos indican por medio de comparaciones porcentuales entre los resultados de cada una de ellas, que estas diferencias pudieron haber sido causadas por la acción polinizante de las abejas.

Por lo tanto, si las condiciones ambientales (específicamente precipitaciones pluviales diarias durante las primeras siete semanas durante y después de la floración, ver Cuadro 11A) y de manejo del cultivo, reflejadas en la fisiología del cafeto, no son adecuadas, la polinización dirigida no podrá tener un reflejo fiel del grado de contribución que puede tener en la producción del cafeto.

El análisis estadístico no presentó diferencias significativas para las medias comparadas, en cuanto al peso húmedo, peso seco y granos defectuosos a los niveles de confianza del 5% y 10%, en ambos tratamientos. Los resultados obtenidos son bastante similares entre si estadísticamente, aunque haya habido una buena polinización por parte de las abejas, posiblemente porque durante el período de floración y los cinco meses subsiguiente se tuvieron períodos de lluvias intensos, lo que ocasiona la caída de las flores y frutos pequeños (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis estadístico de resultados por medio de la prueba "t de Student" para las variables peso húmedo, peso seco y grano defectuoso, en el café (*Coffea arabica* L.*), San Pedro Necta, Huehuetenango 2,000.

	Peso húmedo		Peso seco		Grano defectuoso (+)	
	Trat. I **	Trat. II ***	Trat. I **	Trat. II ***	Trat. I **	Trat. II ***
Sumatoria	574	462	295.7	249.5	370	319
Media	23.9167	19.2833	12.3208	10.3958	15.4166	13.8696
S ²	354.5249	210.7797	125.5304	61.9056	112.0797	135.5047
N	24	24	24	24	24	23
T tabulada G. L.=n-2	(alfa, 0.1) = 1.717 (alfa, 0.05) = 2.074		(alfa, 0.1) = 1.717 (alfa, 0.05) = 2.074		(alfa, 0.1) = 1.717 (alfa, 0.05) = 2.074	
T calculada	0.9547 ns		0.6888 ns		0.47142 ns	

*Se utilizaron en el ensayo las variedades Typica, Bourbon y Pache Común, que se considera poseen igual margen permitido de polinización cruzada.

**Rama descubierta

*** Rama cubierta

n. s. = no significativo estadísticamente

(+) Incluye granos vanos, caracolillos y defectuosos

En cuanto al tamaño de grano, hubo mayor número de granos grandes y medianos en las ramas cubiertas (no visitadas por insectos, tratamiento II); no así con los granos pequeños, que fueron mayores en las ramas descubiertas (ramas visitadas por insectos, tratamiento I). En el análisis comparativo de medias, no hay diferencias significativas a los niveles de confianza de 5% y 10%, para los granos grandes y medianos, pero hay significancia (*) para los granos pequeños a un nivel de confianza del 5%. El hecho que los mayores porcentajes de granos grandes y medianos se hayan encontrado en los resultados del tratamiento II, que corresponde a las ramas no polinizadas por las abejas, posiblemente se debe a que estas ramas no produjeron muchos frutos de tamaño pequeño, pues el tratamiento I (ramas descubiertas) produjo 42.09% más frutos pequeños que el tratamiento II (ramas cubiertas). Nuevamente, la polinización dirigida parece que no puede alcanzar a ser expresada en términos de mayor porcentaje de frutos grandes, si las plantas polinizadas no están en óptimas condiciones fisiológicas (Cuadro 8).

CUADRO 8. Análisis estadístico para la variable tamaño de grano de café (*Coffea arabica* L.),^(a) San Pedro Necta, Huehuetenango 2,000.

	Grano grande (8m >)		Grano mediano (<8 mm >6 mm)		Grano pequeño (6 mm <)	
	Trat. I (b)	Trat. II (c)	Trat. I (b)	Trat. II (c)	Trat. I (b)	Trat. II (c)
Sumatoria	290	304	552	592	708	410
Media	14.5	16.89	27.6	28.19	35.4	20.5
S ² _{n-1}	218.90	188.34	458.36	261.16	864.46	171.32
N	20	18	20	21	20	20
T tabulada	(alfa, 0.1)=1.74		(alfa, 0.1)=1.7315		(alfa, 0.1)= 1.734	
G. L.=n-2	(alfa, 0.05)= 2.11		(alfa, 0.05)=2.097		(alfa, 0.05)=2.101	
T calculada	0.5143 n. s.		0.09998 n. s.		2.0705 *	

*Estadísticamente significativo

(a) En el presente ensayo fueron utilizadas las variedades Typica, Bourbon y Pache Común, las que se considera poseen igual margen permitido de polinización cruzada.

(b) Rama descubierta

(c) Rama cubierta

9. CONCLUSIONES

1. La producción del cultivo de café bajo las condiciones en que se realizó este estudio, no fue incrementada al utilizar polinización entomófila dirigida.
2. Con polinización dirigida, 81.29% de la producción la integraron frutos medianos y pequeños, mientras que sin polinización dirigida, 76.72% de la producción la integraron frutos medianos y pequeños.
3. De los frutos que maduraron 23.87% se desecharon con la polinización dirigida y 24.35% sin polinización dirigida.
4. Después del análisis de campo y con las referencias bibliográficas, se concluye que la polinización entomófila no es factor determinante para incrementar la producción comercial del cultivo del café en San Pedro Necta.

10. RECOMENDACIONES

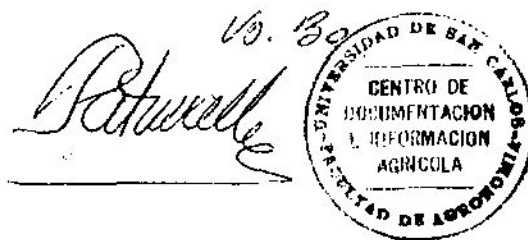
1. Continuar con este tipo de investigación de polinización dirigida, acompañada de un programa de fertilización .
2. No depender de la abeja doméstica como un medio para incrementar la producción del cultivo de café en esta zona del país.
3. Por las condiciones socioeconómicas del área en estudio, no es posible incrementar los rendimientos, si antes no se capacita a los caficultores en el uso de variedades que mejor se adapten a las condiciones ambientales del municipio y fertilización; así como aprovechar al máximo los recursos de la región (conservación de suelos, uso de materia orgánica, etc.), a efecto de mantener bajos los costos de producción..

11. BIBLIOGRAFIA

1. ALFARO, O. s. f. Centro de Investigaciones en Café. Costa Rica, s. n. p. 15-17.
2. ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ (Gua). 1989. Memoria técnica de las investigaciones en café 1986/1989. Guatemala. p. 3-4.
3. ----- . 1998. Manual de caficultura. 2 ed. Guatemala. p. 11-13, 19-23.
4. BOYD, A. H.; BECK, J. 1971. Medidas de la humedad. Laboratorio técnico de semillas. EE.UU., Universidad de Mississippi. p 15 .
5. CAMBRANES, J. C. 1977. El imperialismo alemán en Guatemala; el tratado de comercio de 1887. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, IIES. p 296.
6. CARREDANO, R. 1990. Respuesta del café en grano a tres tiempos secamiento en la secadora tipo estática con aire caliente, comparado con el método tradicional de secamiento al sol en patios, en el parcelamiento La Esperanza, municipio de San José El Rodeo San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente División de Ciencia y Tecnología Carrera de Agronomía. p. 62.
7. CARVAJAL, J. F. 1972. Cafeto, cultivo y fertilización. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. p 15.
8. CHAO, L. 1980. Introducción a la estadística. México, Continental. p. 312-313, 506.
9. COCHRAN, W.; COX, M. 1965. Diseños experimentales. México, Trillas. p. 35, 94.
10. CONTRERAS, M. 1988. Diagnóstico y perspectivas agro socioeconómicas del sector cafetalero guatemalteco. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 1, 5-7.
11. EE. UU., DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS. 1961. Semillas. México, CECSA. p 450-451.

12. ESTRADA CASTILLO, C. F. 1984. Fructificación y purga del cafeto. *Revista Cafetalera (Gua)*. no. 247:4-10.
13. FEGANE, W. 1981. Estadística aplicada a recursos genéticos. Perú, s. n. p 37-47.
14. GALEANO FERNÁNDEZ, J. C. 2000. Evaluación de tres formas de preparación y cuatro proporciones de pulpa de café para la elaboración de abono orgánico tipo bocashi, para la región cafetalera del municipio de Palín, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.
15. GARCIA-PELAYO, Y G., R. 1988. Pequeño Larousse ilustrado, diccionario de la lengua española. México, Larousse. p 672.
16. GUATEMALA. Instituto Geográfico Nacional. Diccionario geográfico de Guatemala. 1976. Guatemala, Tipografía Nacional. v. 1, p 5-7.
17. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1969. Mapa geológico, hoja cartográfica Huehuetenango, Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
18. LUJAN MUÑOZ, J. 1980. Antología de lecturas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades. v. 1, tomo 1. p 342.
19. OCHSE, P. et al. 1965. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. 2 ed. México, D. F., Limusa. v. 2, p 560.
20. ORTEGA, S. 1987. Flora de interés apícola y polinización de cultivos. Madrid, España, Mundi-Prensa. p. 16-29, 44-45.
21. PIEDRA SANTA, A. R. 1981. Introducción a los problemas económicos de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Imprenta Universitaria. 195 p.
22. RALLO GARCIA, J. 1987. La apicultura orientada a la polinización frutal. Hojas Divulgadoras, (España). no. 2:1-27.
23. ROHR R., P. 1985. Manual de caficultura. *Revista Cafetalera (Gua)*. no. 250:4-9.

24. SIMMONS, C. S.; TARANO, J. M; PINTO, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. p. 113, 127-129.
25. SOLARES, T. 1981. Determinación de curvas de humedad de equilibrio de café lavado. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 54 p.
26. SPIEGEL, M. 1961. Estadística. México, McGraw-Hill. p. 70-72, 188-189.
27. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS. 1981. El cultivo de café en Guatemala. Guatemala. p 120.



12. APENDICE

Cuadro 9A. Resultados de la prueba de campo, cultivo de café (Coffea arabica L.), en San Pedro Necta, Huehuetenango 2,000. *Rama cubierta **Rama descubierta

Muestra	Frutos Maduros		Granos Grandes		Granos Medianos		Granos Pequeños		Granos defectuosos	
	Trat. I *	Trat. II **	Trat. I *	Trat. II **	Trat. I *	Trat. II **	Trat. I *	Trat. II **	Trat. I *	Trat. II **
1	12	6	6	2	8	10	10	12	10	19
2	32	21	8	22	8	26	48	20	22	11
3	51	24	16	8	62	20	24	18	10	9
4	33	31	12	8	44	36	10	40	9	30
5	72	72	32	38	30	46	82	4	29	13
6	12	26	14	16	10	32	10	4	5	8
7	5	11	6	4	8	14	10	4	2	4
8	4	10	6	6	34	14	16	2	2	4
9	12	2	16	12	14	20	104	30	14	1
10	33	1	4	28	6	34	42	26	23	19
11	54	25	6	36	18	46	90	30	34	21
12	21	36	18	18	40	8	16	14	39	23
13	52	58	22	48	32	18	48	8	15	6
14	3	11	8	6	4	50	42	42	3	6
15	20	27	6	4	10	60	6	28	9	12
16	53	64	8	2	48	12	18	30	22	27
17	48	44	70	22	30	12	56	38	12	1
18	9	9	16	24	18	48	46	6	6	12
19	17	24	10		44	34	6	24	19	5
20	28	9	6		84	8	24	30	8	16
21	78	45				44			35	5
22	40	21							12	13
23	30	27							12	54
24	56	49							18	
Total	775	653	290	304	552	592	708	410	370	319
Med.	32.2917	27.2083	7.2500	8.4400	13.8000	14.0952	17.6500	12.2500	15.4166	13.8696
N	24	24	20	18	20	21	20	20	24	23

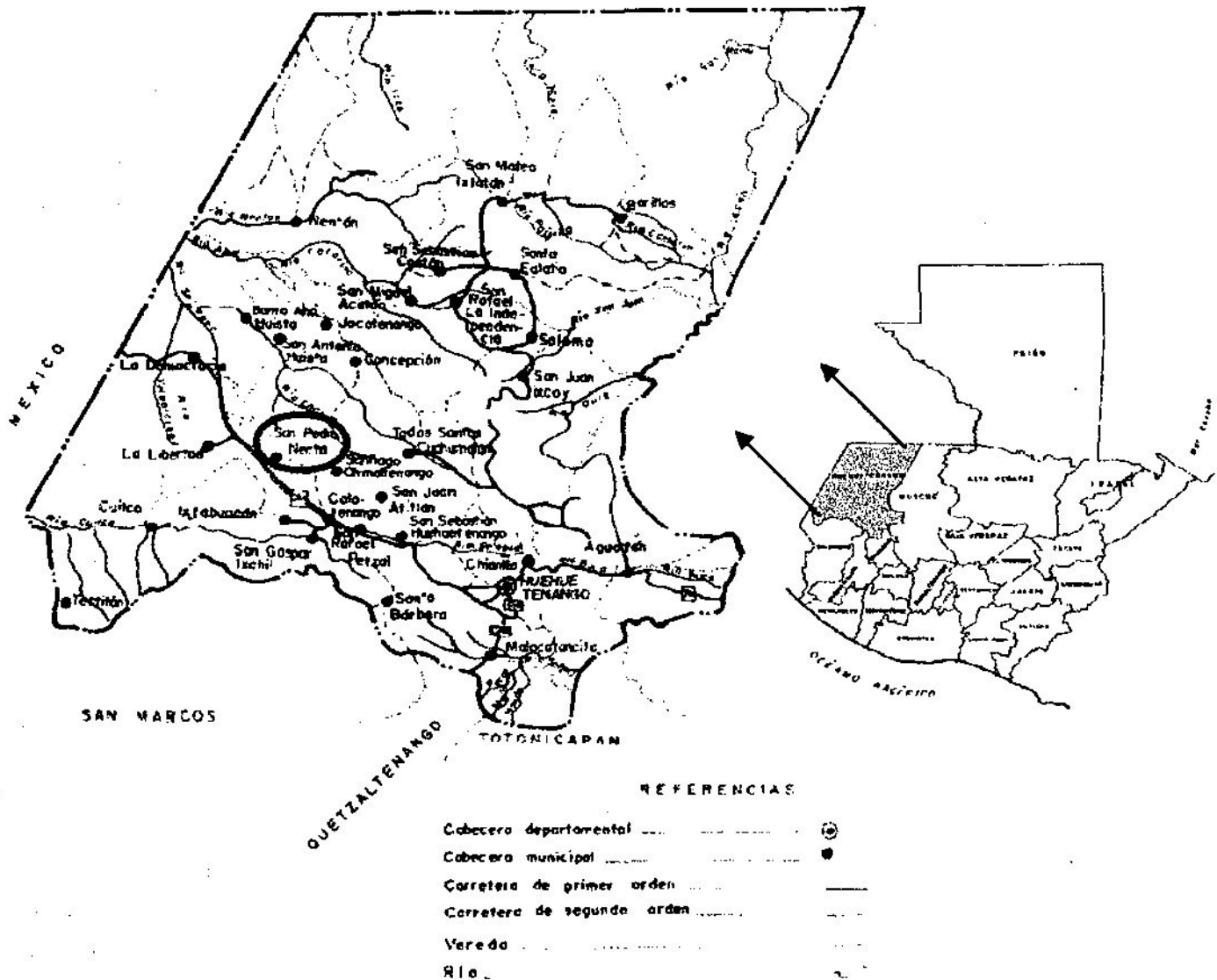
Cuadro 10A. Diferencia entre los pesos húmedo y seco de grano de café (*Coffea arabica* L.), en San Pedro Necta, Huehuetenango 2,000.

Muestra	Peso grano húmedo (grs.)		Peso grano seco (grs.)	
	Trat. I *	Trat. II **	Trat. I *	Trat. II **
1	7.70	3.40	4.20	2.30
2	13.60	10.00	6.80	5.40
3	40.20	18.40	19.30	9.50
4	25.50	22.50	13.90	12.50
5	41.00	39.50	18.20	29.00
6	10.00	18.00	5.50	9.30
7	6.10	8.70	3.50	5.10
8	5.10	7.00	2.00	4.10
9	7.00	2.50	4.00	1.80
10	21.00	4.00	9.90	1.80
11	25.00	12.00	12.80	6.70
12	20.60	26.00	10.10	11.90
13	28.50	31.00	13.60	15.30
14	2.80	8.00	2.00	4.60
15	22.50	15.50	10.50	7.30
16	38.10	53.00	16.80	24.00
17	22.50	28.70	10.90	13.70
18	10.00	7.50	5.50	5.50
19	16.40	13.50	8.00	6.20
20	21.00	7.60	11.80	4.70
21	93.00	48.00	58.40	25.30
22	42.00	10.50	20.50	5.50
23	26.40	40.00	13.20	22.00
24	28.00	27.50	14.30	16.00
Sumatoria	574.00	462.80	295.70	249.50
Media	23.9167	19.2833	12.3208	10.3958
n	24	24	24	24

*Rama cubierta

**Rama descubierta

FIGURA 3A. MAPA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA.



Nota: El área sombreada indica el departamento de Huehuetenango (derecha), ampliado a la izquierda; el área dentro de la elipse muestra la zona del departamento donde se realizó el estudio. Sin escala.

CUADRO 11A. Datos de precipitación pluvial ocurrida en el municipio de San Pedro Necta, Huehuetenango, durante el año 2000.

Nombre de la estación: San Pedro Necta.

Estación tipo "B".

MES	DISTRIBUCIÓN DE LLUVIAS # de días de lluvia/Mes	PRECIPITACIÓN (mm)
ENERO		
FEBRERO		
MARZO		
ABRIL		
MAYO	18	203
JUNIO	26	297.5
JULIO	15	131.3
AGOSTO	*	278
SEPTIEMBRE	*	383
OCTUBRE	*	138
NOVIEMBRE	*	13.1
DICIEMBRE	*	10.2
Total		1,454.1

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología (INSIVUMEH).

* Seis semanas después de la floración los periodos de lluvias continuas no ocasionan la caída de los frutos (3).



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS


LA TESIS TITULADA: "INFLUENCIA DE LA ABEJA DOMESTICA (Apis mellifera L.) EN LA
POLINIZACION DEL CAFETO (Coffea arabiga L.) EN SAN PEDRO
NECTA, HUEHUETENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JOSE EFRAIN CASTILLO CONTRERAS

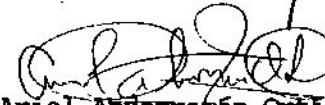
CARNETA No: 8114177

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
Ing. Agr. Juan José Castillo Mont

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha
cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

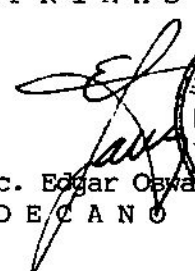

Ing. Agr. Adalberto B. Rodríguez García
A S E S O R


Ing. Agr. Víctor M. De León Escobar
A S E S O R


Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
DIRECCION DEL IIA.



IMPRIMASE


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Franco Rivera
D E C A N O



cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1546 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: liusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>