



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**INFLUENCIA A LA FECUNDACIÓN Y CUAJADO DE FRUTOS CON EL
USO DE APIARIOS EN PLANTACIONES DE AGUACATE (*Persea
americana* L.) DE LA VARIEDAD FUERTE DEL TIPO GUATEMALTECO
PARA EXPORTACIÓN EN LA PROVINCIA DEL CARCHI.**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos para
optar por el título de Ingeniero Agroindustrial

Profesor Guía: Ing. Hernán Naranjo Sánchez

Autor: Fabio Sebastián García Perugachi

2010

Quito - Ecuador

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema y tomando en cuenta la Guía de Trabajos de Titulación correspondiente”.

Hernán Naranjo Sánchez

Ingeniero Agrónomo

C.I. 170277720-0

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Fabio Sebastián García Perugachi

C.I. 100262447-4

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron a la realización de esta tesis, en especial al Ing. José Flores y al Ing. Hernán Naranjo, por sus consejos y, particularmente por su invaluable dirección.

También agradezco al Sr. Alejandro Blanco y su esposa, propietarios de la finca aguacatera, por su colaboración y amabilidad para realizar el estudio investigativo referente a este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios y a mi madre Diana

A mi mejor amiga Ana Verónica

RESUMEN

Desde el principio de los tiempos hasta nuestros días es sabido que para conseguir la perpetuidad de las especies vegetales y estrechamente relacionada con estas, la del ser humano, la naturaleza sabiamente ha creado una serie de mecanismos como la polinización, que es el proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores en las fanerógamas, donde germina y fecunda los óvulos de la flor, haciendo posible la producción de semillas y frutos, mismos que se han convertido en parte fundamental y esencial de nuestra alimentación, de los cuales obtenemos gran cantidad de nutrientes primordiales para nuestra sobrevivencia y para satisfacer nuestras necesidades metabólicas.

Pero todo esto no sería posible sin la existencia de algunos factores físicos tales como: el viento (polinización anemófila), el agua (especies hidrófilas), o un polinizador animal (plantas zoófilas), destacándose en este último grupo, las abejas (del género *Apis*), quienes actúan como pequeños vectores que transportan polen al libar las flores, colaborando así con la polinización.

Es así, que la fruticultura alrededor del mundo ha empezado a buscar especies de plantas que requieren de un vector abundante para obtener buenos resultados, encontrando en la apicultura una potencial alternativa para mejorar, incrementar y potenciar sus producciones y por ende ingresos económicos que su incorporación traería consigo.

Todo esto ha constituido el pilar fundamental que ha motivado la realización de este proyecto que pretende demostrar el incremento en la producción frutícola en una plantación de aguacate (*Persea americana* L.), en una finca de 8 hectáreas localizada en San Vicente de Pusir, ubicada en el cantón Mira, perteneciente a la provincia de Carchi, donde se implementaron 10 apiarios, para demostrar así la efectividad que esta alternativa natural tuvo, sin dejar de mencionar los beneficios adicionales que trae consigo, tales como la

disminución de frutos alargados por mala fecundación natural en un 75 %, el incremento de la producción en un 38%, la reducción de ciertos insectos perjudiciales por el uso de abejas y la obtención de miel, polen, propóleo, etc., que son el resultado propio de la actividad apícola.

ABSTRACT

Since the earliest times until today it is known that to achieve the perpetuation of plant species and closely related to these, that of man, nature has wisely created a series of mechanisms such as pollination, which is the process of transferring started looking for plant species that require an abundant vector to obtain good results, pollen from the stamen to the stigma or the receptive part of the flowers on the flowering plants, where it germinates and fertilizes the eggs from the flower, making possible the production of seeds and fruits, they have become a fundamental and essential part of our food , of which we get plenty of nutrients crucial for our survival and to meet our metabolic needs.

But this would not be possible without the existence of some physical factors such as wind (anemophilous pollination), water (water-loving species), or an animal pollinator (plants zoophilic), especially in this last group, the bees (genus *Apis*), who act like small vectors that carry pollen to suck the flowers, thus collaborating with pollination.

This is how, the fruit orchards around the world have finding in beekeeping potential alternatives to improve, increase and enhance their production and in this way bringing income to its incorporation.

All this has been the cornerstone that has motivated the implementation of this project which aims to increase fruit production in a plantation of avocado (*Persea americana* L.) in an 8-hectare farm located in San Vicente de Pusir, located in Canton Mira, part of the Province of Carchi, where 10 apiaries were implemented to demonstrate the effectiveness and natural alternative, not to mention the additional benefits it brings, such as large fruit decreased by poor natural fertilization in 75%, increase the production in 38 %, reduction of certain insect pests and obtaining honey, pollen, propolis, etc., which are the result of beekeeping itself.

ÍNDICE

Págs.

Capítulo I

1. Introducción.....	1
1.1. Justificación.....	1
1.2. Objetivo general.....	2
1.3. Objetivos específicos.....	2

Capítulo II

2. Marco Teórico.....	3
2.1. La apicultura.....	3
2.1.1. Referencia histórica.....	3
2.1.2. Las abejas.....	4
2.1.3. Anatomía de la abeja.....	6
2.1.4. Castas.....	8
2.1.5. Ciclo de vida.....	9
2.1.6. El apicultor y sus materiales de trabajo.....	10
2.1.7. La acción polinizadora.....	11
2.1.8. Tipos de polinización y agentes polinizadores.....	12
2.1.8.1. Polinización directa.....	12
2.1.8.2. Polinización cruzada.....	13
2.1.8.3. Otros agentes de polinización cruzada.....	14
2.1.9. Valoración Económica de la actividad de los insectos polinizadores.....	15
2.1.10. Polinización y agricultura.....	17

2.1.11. Polinización dirigida.....	19
2.1.11.1. Responsabilidades del agricultor.....	20
2.1.11.2. Responsabilidades del apicultor.....	20
2.1.12. Definición de una colmena apta para polinización.....	21
2.1.13. Costos de la polinización.....	23
2.1.14. Importancia e impacto de la polinización dirigida.....	24
2.1.15. Problemas en la polinización y sus consecuencias en la producción.....	28
2.2. El aguacate.....	29
2.2.1. Descripción del aguacate.....	30
2.2.2. Proyección del cultivo de aguacate.....	33
2.2.3. Singularidades del aguacate.....	35
2.2.4. Aspectos técnicos.....	36
2.2.4.1. Clima.....	36
2.2.4.2. Suelo.....	37
2.2.4.3. Variedades.....	37
2.2.4.4. Podas.....	38
2.2.4.5. Riego.....	39
2.2.4.6. Abonado.....	39
2.2.4.7. Enfermedades del aguacate.....	40
• Carencias.....	40
• Plagas.....	41
• Virus.....	42

2.2.5. Potencial para la producción de aguacate en el Ecuador..	42
2.2.6. Distribución geográfica de la producción en el Ecuador....	44
2.2.7. Escala de producción.....	45
2.2.8. Productividad.....	46
2.2.9. Niveles de productividad.....	47
2.2.10. Características cuantitativas y cualitativas de la Demanda Potencial" y "Consumo Aparente" en el país.....	47
2.2.11. Mercado local.....	48
2.2.12. El aguacate como una alternativa.....	50
2.2.13. Perspectivas de consumo.....	50
2.2.14. Riesgos de viabilidad.....	51
2.2.15. Cosecha del aguacate.....	52
2.2.16. Manejo poscosecha.....	52
2.2.17. Clasificación del aguacate.....	54
2.2.18. Normas de empaquetado.....	55
2.2.19. Recomendaciones que hacen las normas ISO.....	55
2.2.20. Esquema del sistema agroindustrial.....	57
2.2.21. Comercialización.....	57
2.2.22. Referencia histórica en el Ecuador.....	58
2.2.23. Proyección del cultivo de aguacate.....	59

2.3. La flor.....	60
2.3.1. Origen.....	60
2.3.2. Floración.....	60
2.3.3. La flor de aguacate.....	61
2.3.4. Fertilidad de los aguacates y su polinización.....	63
2.3.5. Problemas en la polinización del aguacate.....	66
2.3.6. Fórmula floral.....	67
2.3.7. Diagrama floral.....	68

Capítulo III

3. Materiales y métodos.....	71
3.1. Ubicación geográfica del proyecto.....	71
3.2. Materiales.....	71
3.3. Aspecto metodológico.....	72
3.3.1. Fuentes de información primaria.....	72
3.3.2. Fuentes de información secundaria.....	72
3.4. Unidades experimentales.....	72
3.5. Universo y muestra.....	74
3.6. Diseño experimental.....	74

3.7. Técnicas y procedimientos para la recolección de información.....	76
3.7.1. Manejo de las colmenas.....	76
3.7.2. Observación de agentes polinizadores.....	78
3.7.3. Datos de producción total del cultivo.....	78
3.7.4. Características de la unidad en estudio.....	78

Capítulo IV

4. Estudio económico financiero.....	80
4.1. Objetivo.....	80
4.1.1. Objetivos específicos.....	80
4.2. Vida económica del proyecto.....	81
4.3. Monto de inversión del proyecto.....	82
4.4. Capitalización mínima y selección de alternativas de financiamiento.....	83
4.5. Proyección de ingresos.....	83
4.6. Estados financieros.....	85
4.6.1. Estado de pérdidas y ganancias proyectado.....	85
4.6.2. Flujo de caja proyectada.....	86
4.6.3. Balance general proyectado.....	88

Capítulo V

5. Evaluación.....	90
5.1. Punto de equilibrio.....	90
5.2. Evaluación del proyecto.....	91
5.3. Período de recuperación del capital.....	91

5.4. VAN.....	92
5.5. Costo ponderado de capital.....	93
5.6. TIR.....	93
5.7. Relación beneficio/costo.....	94
5.8. Análisis de sensibilidad.....	95

Capítulo VI

6. Discusión y resultados.....	96
--------------------------------	----

Capítulo VII

7. Conclusiones.....	104
----------------------	-----

Capítulo VIII

8. Recomendaciones.....	106
-------------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA.....	107
--------------------------	------------

GLOSARIO.....	110
----------------------	------------

TABLAS

	Págs.
Tabla 1.1. Superficie cosechada y producción agrícola del aguacate en el Ecuador del año 1978.....	2
Tabla 2.1. Clasificación científica de la abeja.....	5
Tabla 2.2. Metamorfosis de las abejas.....	10
Tabla 2.3. Incremento en la producción de cultivos comerciales por la polinización apícola.....	25
Tabla 2.4. Capacidad de colonias de abejas a instalar en algunos cultivos comerciales.....	27
Tabla 2.5. Clasificación botánica del aguacate.....	30
Tabla 2.6. Composición química del aguacate.....	34

GRÁFICOS

Gráfico 2.1. Apicultura en el Neolítico.....	4
Gráfico 2.2. Apicultura en la civilización egipcia.....	4
Gráfico 2.3. Abeja reina y obreras.....	9
Gráfico 2.4. Fruto del aguacate.....	32
Gráfico 2.5. Trip del aguacate.....	41
Gráfico 2.6. Barrenador de ramas.....	41
Gráfico 2.7. Araña roja.....	42
Gráfico 2.8. Barrenador del fruto.....	42
Gráfico 2.9. Esquema del sistema agroindustrial.....	57
Gráfico 2.10. Diagrama floral.....	68
Gráfico 4.1. Proyección de ingresos.....	84
Gráfico 5.1. Punto de equilibrio.....	90
Gráfico 6.1. Producción de la plantación de los últimos años.....	97
Gráfico 6.2. Porcentaje de incremento en la producción por año.....	97
Gráfico 6.3. Comparación de la producción (Kg/mes) del cultivo antes y después de la introducción de las abejas.....	100

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1. Árbol de aguacate.....	31
Fotografía 2.2. Flores y hojas de aguacate.....	31
Fotografía 2.3. Proceso de pecoreo.....	44
Fotografía 2.4. Cuajado de fruto.....	44
Fotografía 2.5. Flor de aguacate.....	61
Fotografía 2.6. Flor de aguacate.....	61
Fotografía 2.7. Abeja libando flor de aguacate.....	63
Fotografía 2.8. Incremento flores polinizadas.....	65
Fotografía 2.9. Incremento de producción.....	65
Fotografía 2.10. Gránulos de polen.....	66
Fotografía 2.11. Mal formación fruto.....	67
Fotografía 2.12. Mal formación del de frutos.....	67
Fotografía 2.13. Gineceo.....	70
Fotografía 2.14. Ovario.....	70
Fotografía 3.1. Instalación de apiarios en la plantación.....	73
Fotografía 3.2. Obreras realizando trabajos de limpieza y revisión de la abeja “Reina”.....	77
Fotografía 3.3. Primeros brotes de floración del aguacate.....	77
Fotografía 3.4. Instalación de apiarios en la plantación.....	79

CUADROS

Cuadro 2.1. Estacionalidad de la producción de aguacate en el Ecuador.....	43
Cuadro 2.2. Distribución geográfica de la producción de aguacate en Ecuador.....	45
Cuadro 2.3. Consumo aparente de aguacate en Ecuador.....	48
Cuadro 2.4. Superficie por edad, variedad y prácticas de cultivo en el aguacate.....	49
Cuadro 2.5. Variedades de aguacate fresco y su disponibilidad.....	52
Cuadro 2.6. Clasificación del aguacate por peso.....	54

Cuadro 2.7. Variedades comerciales.....	62
Cuadro 4.1. Promedio de vida útil de activos fijos.....	81
Cuadro 4.2. Gastos indirectos.....	82
Cuadro 4.3. Inversión del proyecto.....	82
Cuadro 4.4. Monto de inversión.....	83
Cuadro 4.5. Porcentajes de capitalización.....	83
Cuadro 4.6. Proyección de ventas anuales de kilogramos de aguacate.....	84
Cuadro 4.7. Proyección de la demanda a cubrir.....	85
Cuadro 4.8. Depreciación.....	85
Cuadro 4.9. Estado de pérdidas y ganancias proyectado.....	86
Cuadro 4.10. Estado de flujo efectivo proyectado.....	87
Cuadro 4.11. Balance general proyectado.....	88
Cuadro 4.12. Flujo de caja neto del inversionista.....	89
Cuadro 5.1. Período de recuperación del capital.....	92
Cuadro 5.2. Valor actual neto.....	92
Cuadro 5.3. Costo ponderado del capital.....	93
Cuadro 5.4. Tasa interna de retorno.....	94
Cuadro 5.5. Relación beneficio/costo.....	94
Cuadro 5.6. Análisis de sensibilidad.....	95
Cuadro 6.1. Comparativo de productividad del aguacate.....	98
Cuadro 6.2. Clasificación porcentual del aguacate por peso.....	101
Cuadro 6.3. Comparación de Producción en Kg.....	102

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN:

El camino que ha emprendido la producción del aguacate ecuatoriano (*Persea americana* L.) en búsqueda de mercados internacionales ha tenido el respaldo del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), que incluyó a este producto en su Programa de Mejoramiento de Frutales iniciado hace tres años, además de abrir las puertas a la búsqueda de nuevos mecanismos y alternativas no tradicionales que nos permitan incrementar los rendimientos productivos de las plantaciones como lo son: el mejoramiento genético de las variedades propias de nuestro país, ferti-irrigaciones o riegos por goteo, la implementación de apiarios, entre otras técnicas, que han sido desarrolladas a través de los años y que tienen como mira elevar la producción y su productividad.

Tiempo atrás, para cultivar el aguacate (*Persea americana* L.) se manejaban técnicas artesanales como: podas cada determinado tiempo, el uso indiscriminado de fertilizantes, plaguicidas y otro tipo de productos químicos, entre otras; razones por las cuales el rendimiento anual era apenas de cuatro a cinco toneladas por hectárea, cuando su potencialidad real es de 10 a 12 toneladas.

En los últimos años los técnicos han mejorado la calidad de las plantas y han capacitado a los pequeños y medianos productores de las provincias de Imbabura, Carchi y Pichincha para lograr cultivos óptimos y de mejor calidad, ya que el éxito del Ecuador en el mercado del aguacate dependerá en buena parte de la calidad de su producción y de su habilidad para proveer aguacates al mundo durante el déficit estratégico de producción de los mismos, el cual anticipadamente podemos decir que es posible debido a nuestra ubicación y climas únicos.

Tabla 1.1. Superficie cosechada y producción agrícola del aguacate en el Ecuador del año 1978.

Provincia	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)
Carchi	70	252	3 500
Imbabura	170	572	3 500
Pichincha	1 800	16 157	9 000
Cotopaxi	160	576	4 000
Tungurahua	30	290	9 500
Chimborazo	15	77	5 000
Bolívar	23	230	10 000
Cañar	12	216	18 000
Azuay	150	510	3 500
Loja	60	110	2 000

Fuente: MAGAP (1978).

1.2. Objetivo general:

Mejorar el rendimiento y aumentar la productividad de una plantación de aguacate (*Persea americana* L.) por medio de una fecundación entomófila.

1.3. Objetivos específicos:

- Identificar los periodos de floración en la plantación.
- Aumentar el porcentaje de flores fecundadas de aguacate en la plantación.
- Determinar el porcentaje de incremento en la producción.
- Hacer una clasificación porcentual de la producción, tomando en cuenta el calibre de los frutos.
- Realizar el análisis económico del proyecto.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. La apicultura

La apicultura es una actividad agropecuaria orientada a la crianza de abejas (del género *Apis*), con el objeto de beneficiarse de su trabajo a través de la POLINIZACIÓN que realizan estos insectos, para elevar la producción y productividad de las explotaciones agrícolas, que es producto de la actividad de pecoreo, a más del beneficio de productos tales como: miel, polen, propóleo, jalea real, cera.

2.1.1. Referencia histórica

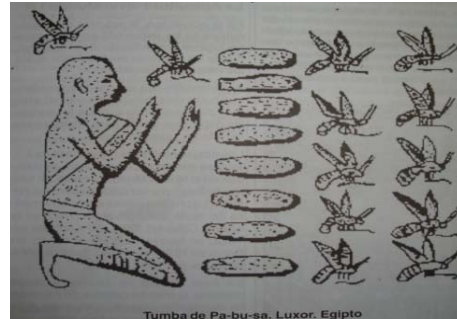
Pinturas rupestres del mesolítico nos permiten observar que la recolección de miel de colmenas silvestres data de hace aproximadamente 7.000 a 8.000 años atrás, hasta que finalmente en el Neolítico, el hombre aprende a controlar las abejas y enjambres, logrando así, que a lo largo de los años y de las diferentes culturas que han jugado un importante rol en el desarrollo de la civilización humana, la apicultura consiguiese sobresalir, alcanzando su apogeo cuando el único elemento conocido para endulzar los alimentos era la miel. Posteriormente América colabora con los alimentos dulces, con la producción de caña de azúcar para la alimentación en el mundo entero.

Gráfico 2.1. Apicultura en el Neolítico.



FUENTE: Crianza y producción de abejas (2003).*

Gráfico 2.2. Apicultura en la civilización egipcia.



FUENTE: Crianza y producción de abejas (2003).*

Finalmente, la apicultura moderna comienza con la utilización de los marcos de madera como panales y los cuadros móviles, facilitando la cosecha de la miel con la utilización de la centrífuga, en virtud que no destruyen los mismos al realizar esta actividad, sin dejar de lado la utilización de las hojas de cera estampada y los extractores mecánicos, alcanzando su apogeo a fines del siglo XIX y a principios del siglo XX gracias a las valiosas contribuciones y trabajos de estudiosos como: Arturo Wulfrath Brockhoff, Huber, Alley, Langstroth, Hermano Adán, Fabre, Hoffman, Miller, Dzierzon, Doolittle, Mehring, Root, Phillips, Miner, Harbison, Wolf, Munn, Smith, Dadant, Fabre y Farrar.**

2.1.2. Las abejas

Las abejas han venido a consolidarse como los agentes polinizadores más importantes de las plantas fanerógamas. Son poseedoras de una larga lengua, que utilizan para obtener el néctar. Muchas presentan un órgano adaptado para recolectar el polen, denominado scopa o corbícula en el tercer par de patas, mientras que otras lo tienen en el abdomen o simplemente carecen de

* SANCHEZ, C. 2003. "Crianza y Producción de Abejas – Apicultura".

** REYES, J Y P. CANO. 2000. "Programa Nacional de Control de la Abeja Africana - Manual de Polinización Apícola".

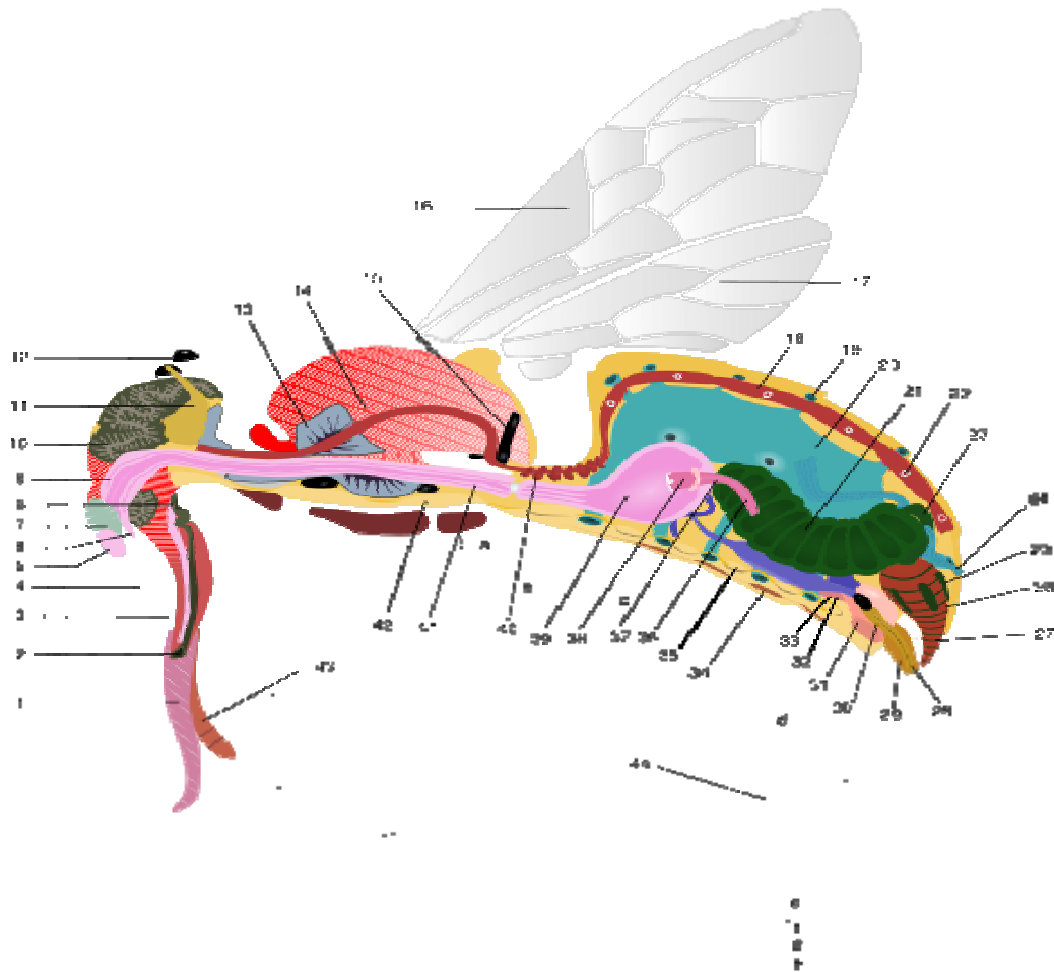
este órgano por completo, mismo que es utilizado para transportar el polen a la colmena y alimentar a sus crías.

Tabla 2.1. Clasificación científica de la abeja.

Clasificación científica	
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Hymenoptera
Suborden:	Apocrita
Superfamilia:	Apoidea
Familia:	Apidae
Subfamilia:	Apinae
Tribu:	Apini
Género:	Apis
Especie:	<i>A. mellifera</i>

Fuente: Programa Nacional de Control de la Abeja Africana (2000).

2.1.3. Anatomía de la abeja



Nº.	ÓRGANOS
1	Lengua
2	Orificio del conducto excretor de la glándula de la mandíbula Posterior
3	Mandíbula inferior
4	Mandíbula superior
5	Labio superior
6	Labio inferior
7	Glándula de la mandíbula frontal (glándula mandibular)
8	Glándula de la mandíbula posterior
9	Abertura de la boca
10	Glándula de la faringe

11	Cerebro
12	Ocelos
13	Glándulas salivales
14	Músculos torácicos
15	Postfragma
16	Ala anterior
17	Ala posterior
18	Corazón
19	Estigmas
20	Saco aéreo
21	Intestino medio (estómago)
22	Válvulas cardíacas
23	Intestino Delgado
24	Tubos de Malpighi
25	Glándulas rectales
26	Bolsa de excrementos
27	Ano
28	Funda del aguijón
29	Bolsa del veneno
30	Glándulas del veneno
31	Arcos del canal del aguijón
32	Pequeña glándula
33	Vesícula seminal
34	Glándulas ceríferas
35	Ganglios abdominales
36	Tubo de la válvula
37	Embudo de la válvula o intestino intermedio
38	Copa (entrada del estómago)
39	Bolsa de la miel (buche)
40	Aorta
41	Tubo digestive

42	Cordón neuronal
43	Palpos labials
44	Metatarso
A	Coxa
B	Trocánter
C	Fémur
D	Tibia
E	Tarso con tarsómeros y uñas

Fuente: Wikipedia (2003).

2.1.4. Castas

Las abejas son insectos sociales con tres diferentes tipos de castas en la colonia:

1. Abeja obrera.
2. Abeja zángano.
3. Abeja reina.

Cumplen una función especial y desarrollan un tipo de trabajo diferenciado en la colonia. La reina y las obreras son hembras, que a diferencia de los zánganos son machos. Cada casta tiene un ciclo de desarrollo diferente propio de cada una de ellas, a más de caracterizarse el hecho de desarrollarse en distintos tipos de celdas. El período de desarrollo y nacimiento de la abeja reina es de 16 días, mientras que el de las obreras es de 21 días y el de los zánganos de 24 días.

2.1.5. Ciclo de vida

Gráfico 2.3. Abeja reina y obreras.



FUENTE: Wikipedia (2003).

Las abejas melíferas son insectos que se caracterizan por sobrevivir y perpetuarse como una unidad denominada colonia. Dependiendo de las condiciones climáticas, la abeja reina suele poner hasta 4000 huevos diarios, los que constituirán la población productiva de la colmena. Esta actividad está condicionada por la información recibida por medio de feromonas provenientes del exterior, así como de la recolección de polen diaria, duración del día, temperatura, entre otros.

La reina es la única hembra fértil de la colmena y es la responsable de ovopositar los huevos de los cuales nacerán todas las demás abejas. La abeja reina no abandona la colmena, salvo durante los vuelos de fecundación, o cuando se produce un enjambre para dar lugar a una nueva colonia.

La reina deposita sus huevos en panales de cera que las obreras construyen con celdas hexagonales, estos huevos, después del tercer día se transforma en una pequeña larva que es alimentada por las abejas nodrizas (abejas obreras jóvenes). Luego de aproximadamente una semana (dependiendo de la especie), la celda es sellada por las abejas nodrizas, produciéndose el estado de ninfa o pupa, y en aproximadamente otra semana (nuevamente dependiendo de la especie), la ninfa emerge como una abeja adulta.

Cabe mencionar que las reinas no son criadas en las típicas celdas horizontales del panal, sino en celdas construidas especialmente para ellas, las

que suelen ser de mayor tamaño y están en posición vertical. Además, no son alimentadas con polen como las larvas de las obreras, sino con jalea real durante toda su vida (5 años).

Tras algunos estudios, se ha demostrado que esta alimentación especial y diferenciada es lo que hace a una hembra desarrollarse como reina y no como obrera, la reina, en posición cabeza abajo, come su celda para salir cuando es adulta. Durante la etapa de pupa, las abejas obreras tapan o sellan la celda real, y justo después de emerger de sus celdas, a menudo las abejas reinas producen un sonido el cual se cree es un reto a otras reinas a batallar.

Las abejas reinas viven hasta cinco años, mientras que las obreras viven períodos mucho más breves, de menos de tres meses en promedio. Las abejas reinas liberan feromonas para regular las actividades de la colmena. Las feromonas de la reina, entre otras funciones, modifican el comportamiento de las obreras de modo que éstas alimentan las nuevas larvas como obreras y no como reinas en condiciones normales. Muchas abejas obreras también producen feromonas para comunicarse con otras abejas.

Tabla 2.2. Metamorfosis de las abejas.

TIPO	HUEVO	LARVA	OPERCULADO	PUPA	PERÍODO DE DESARROLLO	FERTILIDAD
Reina	3 días	5 ½ días	7 ½ días	8 días	16 días	aprox. 23 días
Obrera	3 días	6 días	9 días	12 días	21 días	No tiene
Zángano	3 días	6 ½ días	10 días	14 ½ días	24 días	aprox. 38 días

FUENTE: Crianza y producción de abejas (2003).*

2.1.6. El apicultor y sus materiales de trabajo

El apicultor es quien practica la apicultura, y que cuyo trabajo que está orientado a la crianza de abejas y a beneficiarse de esta actividad se enfoca

* SANCHEZ, C. 2003. "Crianza y Producción de Abejas – Apicultura".

también la preparación del material de madera, para la temporada que viene en donde se alojarán las nuevas familias.

Para la práctica de la apicultura, es necesario que el apicultor cuente con una serie de elementos y herramientas que faciliten su trabajo.

La colmena, constituye el elemento principal de esta actividad, en virtud de que es la nueva casa donde confinará la colonia de abejas, que puede provenir de un enjambre natural, de una colonia o colmena rústica, o de un núcleo o paquete de abejas que se compra a otros apicultores.

Una colmena consta de un piso, tabla de vuelo, cámara de cría, entretapas, alzas, cuadros y techo. Otros elementos necesarios para la práctica de la apicultura son:

- Ahumador
- Palanca para manejo de cuadros
- Cepillo para desabejar
- Traje de apicultura
- Elementos para la extracción de la miel
- Elementos para la fundición de la cera
- Rejilla excluidora de reinas
- Cera estampada
- Piquera, etc.

2.1.7. La acción polinizadora

Hace millones de años que las plantas con flores dominan la tierra y desde entonces se inició uno de los fenómenos de coevolución más sorprendentes. Progresivamente, las flores usaron sus formas, colores, fragancias y también su oferta de polen y néctar para captar, cada vez con mayor eficacia, la atención de ciertos insectos, que obtenían una ración de alimento, impregnándose a la vez de granos de polen de la flor visitada que luego, de

forma involuntaria, lo depositarían en otras flores, bien de la misma planta o de otras de la misma especie.

Los insectos, con sus movimientos, aumentan la probabilidad de que los granos de polen alcancen el estigma de la flor y provoquen su fecundación, la cual es necesaria para producir semillas capaces de germinar, es aquí donde nace el concepto de polinización, que se define como el proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores en las angiospermas, donde germina y fecunda los óvulos de la flor, haciendo posible la producción de semillas y frutos.

En las especies vegetales, existen un sin número de plantas autógamias, que son aquellas que se auto fecundan sin participación alguna de polen, pero en contraste a esto la realidad es que, es más común la existencia de aquellas plantas que dependen de algún mecanismo polinizador para que el polen fecundante procedente de la misma planta o de otras, pueda ser transportado a las distintas flores, y así fecundar sus óvulos.

2.1.8. Tipos de polinización y agentes polinizadores

La polinización es un proceso de suma importancia en la naturaleza ya que además de perpetuar la existencia de la gran mayoría de plantas en el planeta, permite que muchos animales y el hombre puedan beneficiarse al obtener una mayor cantidad de alimentos tales como, cereales, hortalizas y frutas que constituyen parte esencial y fundamental de nuestra dieta diaria; es así que, el transporte del polen juega un papel muy importante a la hora de garantizar su disponibilidad.

La polinización puede clasificarse principalmente en:

- 2.1.8.1. Polinización directa:** Aquella que solo puede efectuarse, entre flores hermafroditas, aunque cabe resaltar que este tipo de polinización no se da tan frecuente como pudiera creerse, ya que

a menudo los estambres y el pistilo de una flor no maduran al mismo tiempo.

2.1.8.2. Polinización cruzada: Constituye el tipo de polinización más común existente a más de ser aquella que origina los mejores frutos.

En este tipo de polinización, la coevolución de las plantas ha jugado un papel sumamente importante a lo largo de los años, ya que gracias a ello, ahora existen plantas que hacen surgir de sus flores determinadas fragancias para atraer a ciertos insectos, también han generado mecanismos para hacer coincidir la floración y la vida activa de los insectos, incluso han modelado la forma de las flores para facilitar el acceso de los insectos a los nectarios, sin dejar de mencionar también que los colores, sobre todo en los pétalos, se han constituido en centros de atracción, que a veces, ofrecen señales para que los insectos localicen rápidamente estos nectarios.

En contraste a lo mencionado anteriormente, podemos decir que los insectos, por el hecho de contar con un sinnúmero de características tales como: el de encontrarse en casi cualquier lugar de nuestro planeta, su abundante y diversa población, y una serie de características fisiológicas y morfológicas propias de ellos, se han constituido como el principal agente polinizador en lo que concierne a la polinización cruzada, sobre todo con especies como hortalizas y frutales, en las que se puede observar un notable incremento en su producción y la obtención de frutos de mejor calidad cuando la intervención de estos ha sido oportuna, ya que contribuyen a un mejor transporte del polen, desde las anteras de una flor hasta el estigma de otra distinta.

2.1.8.3. Otros agentes de polinización cruzada:

- El viento es quizá, el más importante agente polinizador en la mayoría de árboles que son destinados a la forestación, ya que gran parte de ellos son anemófilos. Otro ejemplo en el que se puede evidenciar su importancia y efectividad es en el grupo de las gramíneas y cereales, dentro del cual, el maíz aparece como el más beneficiado a la hora en que los óvulos de su flor son fecundados, lo que se traduce en un mayor volumen de producción y por ende aumento de ganancias para el agricultor.
- El agua, es un agente que tiene una pobre acción polinizadora, ya que constituye una gran limitante para el polen, que al ponerse en contacto con el agua se vuelve inservible, aunque también es cierto que su efectividad como agente polinizador depende en gran parte de las marcadas diferencias de la que son poseedoras las distintas plantas así como de las características físicas y morfológicas de sus flores.*, **
- El hombre, al conocer la importancia de la polinización con respecto a la fecundación de los óvulos de la flor, se ha convertido rápidamente en un agente polinizador que ha tomado la pauta de transferir de manera artificial el polen recogido de los frutos cosechados el año anterior para luego distribuirlo mecánicamente en los estigmas.*, **

Gracias a la evolución de este proceso, las plantas han llegado a un nivel de especialización tal, que puede ser evidenciado al observar que en la naturaleza

* ECHEVERRI, R. 1982. "Influencia de la polinización Apícola en el rendimiento de los frutales".

** REYES, J Y P. CANO. 2000. "Programa Nacional de Control de la Abeja Africana - Manual de Polinización Apícola".

hay plantas que han generado estrategias para favorecer la polinización cruzada, como el hecho que el polen de una flor de una planta, polinice la flor de otra planta diferente, aumentando la diversidad genética de la especie, lo que es vital para su supervivencia.

2.1.9. Valoración Económica de la actividad de los insectos polinizadores

“Hace sólo unas décadas, las poblaciones naturales de insectos polinizadores todavía mantenían niveles óptimos para garantizar su acción, silenciosa pero eficaz. Poca gente se interesaba en valorar la actividad de estos insectos porque simplemente, siempre estaban ahí, sin ninguna intervención humana. Pero, este supuesto equilibrio, se ha roto durante la segunda mitad del siglo pasado. Las poblaciones de estos insectos han bajado de forma alarmante y cada vez son más los que han recordado la reflexión hecha por Albert Einstein sobre la importancia de su labor y que venía a decir que si no existieran los polinizadores, la vida sobre la Tierra estaría gravemente amenazada.”*

Desde hace algunos años se han publicado diversos trabajos que intentan cuantificar la valiosa actividad de los polinizadores, mismos que resaltan el interés por protegerlos para el buen funcionamiento de los ecosistemas vegetales, y que los consideran, junto con el resto de fauna útil, imprescindibles para la práctica de una agricultura sostenible.

Entre estos trabajos podemos destacar “un informe de la FAO, que estableció que de las 100 especies de vegetales que proveen el 90% de los abastecimientos alimenticios en 146 países, 71 son polinizadas por abejas, mientras que en términos más generales, afirma que el 80% de las especies de plantas terrestres son fecundadas por insectos”**, lo que nos lleva a reflexionar

*CALATAYUD, F. 2003. “Importancia de las abejas melíferas y otros insectos como agentes polinizadores de las plantas cultivadas y silvestres de la comunidad valenciana”.

**RODRIGUEZ, L. 2007. “La dicogamia protogínea de sincronización diurna del aguacate”

sobre la importancia que tienen estos como agentes polinizadores, pero también pone en evidencia que, aunque la frase profética de Einstein todavía no se ha cumplido, existen claras evidencias de que la población de estos insectos disminuye a escala mundial a ritmos muy acelerados, lo que se ve reflejado en el grave déficit de polinizadores en ambientes agrícolas.

Cabe mencionar que en la mayoría de países es fácilmente evidenciable la falta de información sobre la diversidad y abundancia relativa de cada grupo de insectos; si bien se considera a la abeja melífera como el más ubicuo y abundante, hay otro aspecto que tendría que recibir más atención por parte de los técnicos e investigadores, que es determinar la repercusión precisa de los polinizadores en cada cultivo y evaluar las poblaciones mínimas que garanticen la producción óptima de semillas y el buen cuajado de los frutos, pero para ello, es necesario tener conocimiento de la flora de importancia en las diferentes zonas para posteriormente contrastarlo con la actividad apícola que es nuestro objeto de estudio, lo que permitiría una conducción racional del apiario ya que constituye el recurso con que cuentan las abejas para alimentarse y producir.

“La flora es la que define la alternativa productiva (miel, cera, polen, jalea real, propóleos, núcleos, paquetes y reinas), y pone límites a la producción, dependiendo de ella las características del producto, además, permite establecer pautas de manejo en las colmenas tal como la alimentación suplementaria, incentivación y el nucleado que optimicen el aprovechamiento de los recursos, así mismo brinda información para determinar pautas de manejo del apiario en general: conveniencia y momento de la trashumancia y aún del campo en que se encuentra ubicado el colmenar.” *

En adición a lo concerniente a la abeja melífera, un estudio realizado por la Universidad de Wurzburg (Alemania), explica que a más del importante papel

*SALAMANCA, G. 1997. “Potencial apícola en la productividad y conservación de cultivos y plantas promisorias en el Tolima Colombiano.

que esta tiene en el proceso de polinización, la abeja, cuenta también con la particularidad de actuar como un agente protector de las plantas y flores al evitar que estas sean devoradas por ciertos animales, ya que según se explica en el estudio, “el sonido emitido de las alas de estos insectos espanta a las orugas de los alrededores, quienes se alimentan de ellas; estos gusanos tienen en sus cuerpos pelos muy finos que les permiten detectar diferencias en la intensidad de aire, y al no distinguirlos entre el zumbido de una abeja y el de una avispa, su depredador natural, se estresan y prefieren retirarse”*, lo que se traduce en una reducción en el uso de plaguicidas e insecticidas que normalmente son utilizados para controlarlos, lo que propicia un considerable ahorro para el agricultor, incrementado su competitividad frente a otros productores.

2.1.10. Polinización y agricultura:

Durante miles de años el trabajo silencioso de los insectos ha estado presente en nuestro planeta cumpliendo una función vital para los ecosistemas, pero desde la aparición de la agricultura, ésta tiene una nueva dimensión. La polinización entomófila de las plantas cultivadas por el hombre permite la obtención de semillas y aumenta la calidad y cantidad de los frutos.

Es así, que al ser una función necesaria e insustituible en la mayoría de los casos, existe la necesidad de protegerla como también a los responsables de su realización (los insectos polinizadores), entre los cuales el más emblemático es la abeja melífera, que es sinónimo de proteger el medio natural y garantiza la viabilidad de muchos de los recursos agrarios y ganaderos.

En la agricultura, el deseo y necesidad constante de obtener frutos y semillas en abundancia ha llevado, la mayoría de las veces a emplear plantas que no dependan ya de vectores externos para su polinización, o al menos que

*La Hora Encantada, 2009. “Zumbido protector”. Revista informativa. Quito - Ecuador. p. 2.

empleen un vector superabundante como el viento, como sucede con la mayoría de cereales que son anemógamos o directamente autógamos. Sin embargo, muchos otros cultivos agrícolas del mundo (frutas y hortalizas) dependen de la polinización realizada por insectos y otros animales.

Una polinización efectiva necesita algunos recursos, como, refugios de vegetación natural prístina y hábitats adecuados para los polinizadores. Cuando estos se reducen o se pierden, se limita la actividad de los polinizadores y se necesitan prácticas de gestión adaptable para mantener los medios de subsistencia; en efecto, en todo el mundo la diversidad agrícola y de los agroecosistemas afronta el peligro de que las poblaciones de polinizadores se encuentran disminuyendo paulatinamente. Por ejemplo, en 1994, en California, los productores de almendras tuvieron que importar abejas melíferas de otros estados de los Estados Unidos para asegurar la polinización de sus cultivos.

Dentro de los principales causantes de este problema podemos destacar a la fragmentación de los hábitats, el uso continuo de sustancias químicas agrícolas e industriales en los cultivos y en el ambiente, el cambio climático, factores coyunturales como incendios, sequías prolongadas, pérdida de suelo a causa de lluvias torrenciales, la introducción de especies exóticas, así como también la presencia de varios organismos patógenos, como bacterias, protozoos, hongos, parásitos, y la latencia en el ambiente de algunas enfermedades causadas principalmente por virus.

Lamentablemente el Ecuador no es ajeno a esta realidad, tanto, que muchos apicultores y científicos se han percatado de la significativa reducción en el número de abejas en distintas zonas de nuestro país como las provincias de Pichincha, Tungurahua y Chimborazo, que actualmente están siendo objeto de estudio.

“Según Jean Louis Zeddani, científico francés, especializado en virología, advierte que hay indicios de que el causante de esta problemática en el país, sea una enfermedad provocada quizás por un virus que afecta a las abejas y,

por lo tanto, merma su población. Su grupo de investigación señala que los enjambres pueden verse afectados por varias enfermedades, como resultado de la acción de varios organismos patógenos, como virus, bacterias, protozoos, hongos y otros. Según Zeddám, la contaminación por parte del ser humano sería uno de los factores más importantes de esta situación, a razón de que los insectos debilitados son más susceptibles a desarrollar diferentes patologías”.*

Por esta y muchas otras razones más, es que tenemos del deber y la obligación de encontrar mecanismos más amigables con el medio ambiente que nos permitan mitigar los innumerables problemas, que, por falta de conciencia están llevando a nuestro planeta y de todo lo que habita en él a su eminente destrucción; para corroborar esto, podemos citar a las abejas, que como se sabe, son excelentes bioindicadores de la calidad del ambiente, y podemos reflexionar al pensar que si ahora las abejas están muriendo, con mucha seguridad mañana seremos nosotros.

2.1.11. Polinización dirigida

“Entre los insectos sociales las abejas de la familia *Apidae* amerita una consideración dentro de la productividad y el desarrollo del sector agrícola, así como su aporte dentro de la actividad pecuaria y la conservación de especies rastreras y arbóreas consideradas como promisorias, facilitando de esta manera la continuidad en la cadena productiva y fortaleciendo los estudios biológicos, ecológicos, genéticos que redunden en el aprovechamiento racional de su producción.” **

Basándonos en esto, podemos decir que la polinización dirigida es una relación existente entre el agricultor y la apicultura, ya que permite que se efectúe una adecuada polinización; tanto el agricultor como el apicultor tienen

*RODRÍGUEZ, A. 2008. “La polinización, clave para la diversidad vegetal”. El Comercio, Quito - Ecuador.

**SALAMANCA, G. 1997. “Potencial apícola en la productividad y conservación de cultivos y plantas promisorias en el Tolima Colombiano”.

responsabilidades y funciones que deben realizarse correctamente, para obtener resultados óptimos.

2.1.11.1. Responsabilidades del agricultor:

El agricultor es llamado a tener su plantación en buenas condiciones (poda, riego, fertilización, libre de plagas y enfermedades), con un adecuado control de malezas a más de tener en cuenta cuando se realizó la última aplicación de herbicidas, lo que tendría un alto riesgo para el apicultor y sus abejas. En el caso de planificaciones de orden frutícolas, el diseño de la plantación debe ser correcto con la presencia de polinizantes adecuados y en cantidades suficientes, los que deben estar bien distribuidos y sin problemas de incompatibilidades entre variedades.

La floración de las variedades debe ser a la vez adecuada, para así evitar que se produzca un desfase de la floración.

En muchos casos durante la floración se recurre a manejos específicos para optimizar aun más la polinización, como el uso de floreros y dispensadores de polen en las colmenas.

La mayoría de las veces en que ocurren problemas de polinización se debe especialmente a fallas del cultivo por parte del agricultor, el cual, con mucha certeza no ha considerado todos los factores antes mencionados.

2.1.11.2. Responsabilidades del apicultor:

El compromiso del apicultor se resume fundamentalmente en llevar a la plantación colmenas en buenas condiciones para la polinización, esto significa colmenas con una adecuada población de abejas recolectoras y la presencia de huevos y larvas en la

cámara de cría, ya que es esto lo que obligará a las abejas a recolectar polen y miel para alimentarlas.

Es muy importante la presencia de la reina que reúna algunas cualidades como la de ser joven, vigorosa y de buena calidad; lo que asegurará tener una postura permanente durante el período de polinización.

Es imprescindible que las colmenas estén libres de enfermedades como Varroasis, Nosemosis, Loque u otras que dificulten su actividad polinizadora además se debe prever tener colmenas de reserva, así como también contar con alimentos que les permitan mantenerse si llegaran a producirse problemas climáticos, que impidan la recolección de alimentos durante algunos días.

El apicultor debe cumplir con las fechas de ingreso al cultivo que le han indicado para llegar al cultivo con las colmenas vigorosas.

En caso de hacer manejos específicos durante la floración para optimizar la polinización el apicultor debe participar activamente con el colocado de trampas, polen, alimentación suplementaria, entre otras.

En el caso de muerte de las colmenas que no cumplen su condición deben cambiarlas o reponerlas.

2.1.12. Definición de una colmena apta para polinización

La polinización es una fase de gran importancia en la determinación de la cosecha por parte del agricultor y un compromiso más que importante para el apicultor, ya que este, debe responder de buena manera ante las necesidades del agricultor y lograr para ambos una buena polinización que va a determinar

una excelente cosecha que permita al agricultor mantener su actividad y volver a solicitar los servicios del apicultor en la próxima temporada.

Debido a la importancia que tiene una buena polinización, es natural que el agricultor tome conciencia sobre este proceso y exija al apicultor colmenas de calidad, sin embargo no hay una definición clara de que es una buena colmena para polinizar.

Es importante entonces tratar de definir este aspecto para que el agricultor como el apicultor hallen un criterio común con respecto a esto; algunas veces se ha tomado el peso de las colmenas como referencia de calidad o la presencia de alzas en la colmena, pero ninguno de estos parámetros por si solo refleja una buena colmena, ya que el peso puede indicar mucha miel, pero es necesariamente la presencia de una adecuada población de abejas recolectoras el indicador correcto.

La presencia del alza tampoco es suficiente ya que puede estar vacía o la colmena puede no tener reina o cría. Un aspecto con mayor importancia es la presencia de crías en la colmena, pues esto implica la necesidad de polen, y por ende la existencia de una buena proporción de abejas recolectoras de polen más eficientes en la polinización y seguramente la presencia de una reina, pero la presencia de marcos con cría tampoco garantiza una buena proporción de abejas adultas recolectoras.

La mejor manera de reconocer una buena colmena para polinizar es observando el movimiento en la piquera y contando la cantidad de abejas recolectoras que entran por minuto al mediodía en un día con temperatura sobre los 20° centígrados.

Se puede esperar que sobre 50 abejas por minuto indique una adecuada población de abejas adultas recolectoras y de estas mínimo el 25%, es decir, que de 10 a 15 abejas entren por la piquera con su carga de polen, esto indicara que existe cría en el interior de la colmena y además la presencia

casi segura de la reina, de esta manera el agricultor tiene una manera fácil y rápida de chequear si las colmenas que han traído cumplen con lo pactado. Si esto no ocurriese así entonces el apicultor deberá cambiar las colmenas por otras de reserva.

En los países como Canadá, se exige que una colmena para polinizar cumpla con tener de cinco a seis marcos con cría (75% de marcos con cría) y de 7 a 8 marcos con abejas. Esta debiera ser una buena referencia para definir una colmena apta para polinizar pero además que cumpla con la cantidad de abejas recolectoras entrando por la piquera.

2.1.13. Costos de la polinización

La polinización es una buena alternativa económica para el apicultor, ya que le permite recibir ingresos a comienzos de temporada para financiar su trabajo. Sin embargo el apicultor rara vez saca cuentas de los costos involucrados en esta labor y en muchos casos en vez de aumentar sus ingresos compromete su futura cosecha aunque no se dé cuenta de ello.

Los principales costos involucrados en la polinización son:

- Flete de las colmenas desde el apiario al huerto y viceversa.
- Mano de obra en el trabajo de arreglar y preparar las colmenas para su traslado.
- Mano de obra en la carga y descarga de las colmenas desde el apiario al cultivo y viceversa.
- Mano de obra en la distribución de las colmenas en el cultivo.
- Mano de obra en las revisiones de las colmenas después de la llegada al cultivo.
- Reposición de colmenas muertas o que no cumplan con la norma.
- Deterioro del material como cajones, techos, con los traslados.
- Pérdidas de colmenas que mueren ahogadas en el viaje o se caen del camión o se abren en el camino.
- La pérdida por enjambres.

- La pérdida de cosechar miel al sacar las colmenas del apiario que por lo general está mejor ubicado que el lugar de cultivo.
- Pérdida de colmenas durante la polinización por pesticidas.
- Disminución del vigor de las colmenas por estrés de las abejas por el traslado.
- Contagio de enfermedades por contaminación de otras colmenas cercanas sin tratamiento.
- Pérdidas por imprevistos.
- Preocupación del apicultor por toda la gestión que debe realizar para la polinización.
- Mano de obra durante la polinización y manejo específico de las colmenas.*

2.1.14. Importancia e impacto de la polinización dirigida

En la sabiduría popular hay un proverbio que describe muy bien la realidad de esta actividad en el Ecuador que afirma que “árbol sin abejas; árbol sin cosecha”**, ya que al parecer, en lo que concierne a la Agricultura no lo conocen o no lo tienen en cuenta; este proverbio como otros tantos, tiene mucha razón y no sólo porque sea algo intuitivo, sino porque además tiene una base científica sólida y constatada desde hace casi medio siglo.

Los numerosos estudios realizados en la amplia gama de problemas relacionados a la polinización existentes indican que, salvo contadas excepciones, la polinización provoca una alza en la producción, incrementando el número y el tamaño de los frutos, un aumento importante en el número de frutos cuajados y de la calidad del cuajado, así como una mejora en las características físicas y organolépticas de los frutos obtenidos.

* REYES, J Y P. CANO. 2000. “Programa Nacional de Control de la Abeja Africana - Manual de Polinización Apícola”.

**ZARAGOZA, E. 2003, “Árbol sin abejas, árbol sin cosecha y seguimos en pañales contra la Pinyolá”.

“En los países desarrollados, la apicultura permite la competitividad agrícola por el incremento obtenido en la producción, debido a la polinización y en segundo lugar por la recolección de productos naturales tales como la miel, el polen, los propóleos, la cera, entre otros. La polinización entomófila, facilita la fecundación de las flores de los cultivos comerciales incrementando las cosechas entre el 15% y el 100%”*, tal es la magnitud de su impacto, que actualmente es catalogada como un insumo en la agricultura mundial.

Tabla 2.3. Incremento en la producción de cultivos comerciales por la polinización apícola.

Cultivo	Incremento Producción %
Café	22
Frijol	30
Cacao	89
Maíz	20
Aguacate	70
Mango	30
Limón	30
Tomate	15
Guayaba	20
Naranja	30
Sandía	100
Curuba	80
Mora	40
Lulo	40
Melón	100

Fuente: Secretaría de Desarrollo de Tolima (1997).

Entre los principales países que utilizan este mecanismo se encuentra Rusia, Estados Unidos y Australia, en los que el impacto obtenido en sus plantaciones ha reflejado resultados sumamente extraordinarios, que tras su

*SALAMANCA, G. 1997. “Potencial apícola en la productividad y conservación de cultivos y plantas promisorias en el Tolima Colombiano”.

implementación, se ha logrado que esas colmenas por su acción polinizadora contribuyan a un incremento de la producción agrícola-frutícola que en el peor de los casos llegó a ser 18 veces mayor a lo habitual, sin dejar de mencionar que en esas mismas temporadas se consiguió una muy buena producción de miel.

Además, sin duda alguna, podemos afirmar que la polinización dirigida no centra su acción únicamente en los cultivos agrícolas, ya que las abejas, al ser criaturas que polinizan a cuanta planta sea posible sin discriminación, las especies forestales nativas se ven beneficiadas también por estas, lo que contribuye a conservar las cuencas y nichos ecológicos. Es así como la apicultura en el ámbito internacional se ha constituido en un insumo que interviene directamente en la producción agropecuaria de los países desarrollados, donde existe la cultura del uso de la polinización y las tecnologías limpias para el desarrollo del sector.

En adición a lo ya mencionado, se ha visto que en el mercado internacional, la demanda de los productos apícolas, se incrementa cada día más debido a la actual preferencia por los productos naturales obtenidos bajo tecnologías limpias, mientras que en el Ecuador la baja producción de éstos, exige en la actualidad, la importación de miel de abeja y otros productos de países como Chile, México y Cuba, con la finalidad de mermar su déficit y satisfacer su demanda local.

El énfasis que muchos estudiosos han puesto en el tema, ha motivado que un gran número de personas se den cuenta de la importancia que una adecuada polinización podría traer a la población, y además a los ingresos que muchos agricultores llegarían a percibir; es así que la polinización dirigida ha empezado a cobrar mayor importancia y fuerza alrededor de todo el mundo.

En Sur América los países que han tenido gran éxito con esta ardua tarea son Chile, Brasil y Colombia, quienes en base de su experiencia han logrado determinar el número óptimo de colmenas que deberían ser instauradas en

diversos cultivos comerciales para obtener de esta actividad la mayor rentabilidad, como se evidencia a continuación:

Tabla 2.4. Capacidad de colonias de abejas a instalar en algunos cultivos comerciales.

Cultivo	Nº Colonias por hectárea
Café	2
Maíz	3
Frijol	2
Cacao	2
Aguacate	2
Mango	2
Limón	2
Guayaba	2
Naranja	2
Tomate	1
Sandía	4
Curuba	4
Mora	2
Lulo	4
Melón	4

Fuente: Secretaría de Desarrollo de Tolima (1997).

La polinización dirigida debe ser una alternativa intensamente concientizada en todas las personas del campo, tanto por los que tienen plantaciones como por los apicultores, para ello, es una tarea de suma importancia para nosotros, el dar a conocer este aspecto tomando como punto de partida una buena polinización y los beneficios adicionales que esto podría conllevar para todas las partes involucradas en el proceso.

Los beneficios que podríamos lograr aliándonos con las abejas mediante una adecuada polinización serían extraordinarios, aunque para conseguir ello, buena parte de responsabilidad recae sobre los apicultores, quienes son los llamados a promover la instauración y perpetuidad de esta actividad, a la vez que garantiza su éxito en nuestro país.

Los apicultores deberían tener el ardua tarea de lograr convenios comerciales en los que se establezcan reglas claras con los agricultores, evidenciando un beneficio mutuo y obligaciones para ambos, para así poder determinar correctamente el valor de su intervención; todo esto conllevará a que nuestros agricultores obtengan mayor calidad en la polinización de sus plantas y ambos obtengan mayores beneficios.

2.1.15. Problemas en la polinización y sus consecuencias en la producción

Las características florales y defectos morfológicos de algunas especie hacen que el polen no pueda llegar a la parte femenina de su misma flor evitando que pueda ser polinizada; para evidenciar esto, podemos citar como ejemplo al cultivo del almendro, donde su polen es poseedor de un elevado peso comparado al de otras plantas, siendo los insectos los únicos capaces de realizar una correcta polinización.

Pero “este no es el único problema con el que nos encontramos en el campo, pues se ha comprobado que en algunas especies, no todas sus flores son capaces de dar frutos, esto a causa de que, muchas de ellas presentan incapacidad de desarrollarse o que son flores mal formadas que aunque sean correctamente polinizadas no llegarán a dar fruto.”*

En nuestro medio es muy común escuchar el lamento de los productores por la pérdida de un gran porcentaje de producción causado por las heladas, fenómeno climático muy común en zonas marginales, por la mala distribución de las variedades en el monte frutal (errónea distribución de las filas de la variedad polinizadora), también a un inadecuado manejo del Nitrógeno del suelo y a una desinformación de la importancia del uso de colmenas en el momento de la polinización.

*MAESSEN, P. 2003. “El cultivo del almendro en Mendoza”.

La acción del viento como agente polinizador es casi nula, haciendo necesario que la polinización sea realizada por insectos, pero el uso indiscriminado de plaguicidas ha disminuido la población natural de insectos polinizadores, los que generalmente están ausentes en el período de floración, por ello, en los últimos años se ha visto que algunos agricultores han empezado a recurrir a las abejas para lograr mayores y mejores cosechas.

“Pero no todo es tan fácil como colocar una colmena, ya que la polinización solamente funciona si ocurre dentro de los tres primeros días después de la apertura de la flor, ya que transcurrido este período, cuando el tubo polínico alcance al saco embrionario este se encontrara envejecido e incapaz de producir fruto, haciendo que cualquier intento para conseguirlo sea inútil.

Lo recomendable para el éxito de esta actividad es que, al momento en que se pueda apreciar un 5% de flores abiertas, debe existir una población importante de abejas (colmenas) para ser introducidas en la plantación, para así garantizar que el transporte de polen sea inmediato.”*

Si todo lo dicho fuese poco, hay otro factor que determina la efectividad de la polinización y es la TEMPERATURA, la cual debe estar entre 10 a 26°C al momento en que todo el proceso es llevado a cabo, ya que temperaturas inferiores a este rango provocan que las abejas disminuyan su actividad de 3 a 6 horas, mientras que temperaturas superiores incrementan su grado de agresividad.

2.2. El aguacate

El aguacate (*Persea americana* L.) es actualmente muy cotizado en los mercados internacionales, debido principalmente a su delicioso sabor, el alto rendimiento que ofrece y a la capacidad de ofertarlo durante todo el año, existiendo una notable preferencia por la variedad Fuerte de color verde, ya que es la más

*MAESSEN, P. 2003. “El cultivo del almendro en Mendoza”.

conocida en nuestro mercado y en los vecinos países de Colombia y Perú; cualidades que han colocado a este fruto en un sitio privilegiado dentro de los productos ecuatorianos no tradicionales con mayores opciones para exportar.

Tomando como referencia a otros países como México, Chile, South África y España, se pretende que nuestro país llegue a establecerse como exportador potencial, para lo cual es necesario que nuestros agricultores implementen mecanismos y técnicas alternativas que permitan aumentar su productividad y eficiencia para volverse más competitivos

2.2.1. Descripción del aguacate

El aguacate es un árbol perteneciente a la familia de las Lauráceas, caracterizada por tener hojas alternadas sin estípulas, perennes, coriáceas y provistas de células oleíferas, cuyo origen es México, de donde se difundió hasta las Antillas.

Según la sistemática vegetal, la clasificación del aguacate es:

Tabla 2.5. Clasificación botánica del aguacate.

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	
Orden	Ramales
Suborden	Magnolíneas
Familia	Lauráceas
Género	Persea
Especie	<i>Persea americana</i>

FUENTE: SICA (1994).

El árbol de este fruto es extremadamente vigoroso, pudiendo alcanzar hasta 20 m. de altura, cuenta con una raíz semidura, muy ramificada, y poca profunda, además de poseer hojas alternas, pedunculadas y muy brillantes.

Fotografía 2.1. Árbol de aguacate



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

Fotografía 2.2. Flores y hojas de aguacate



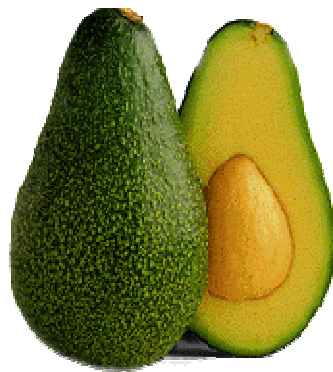
Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

Sus flores son actinomorfas, blanquecinas y de pequeño tamaño, que se agrupan en panojas insertas en la axila de las hojas y, más frecuentemente, en la terminación de la ramas; sin embargo, cada flor tiene la peculiaridad de abrir en dos momentos distintos y separados, es decir, los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación, permitiéndonos clasificar a su flor como hermafrodita y rara vez unisexuales. Cada flor está unida al eje de la inflorescencia por medio de un pedúnculo que se desarrolla con el fruto y que puede alcanzar hasta 18 cm de longitud dependiendo de su variedad.

Por otro lado, su fruto constituye una baya voluminosa de una pulpa verdosa y suave con una gran semilla globosa que está más o menos adherida al mesocarpio, la cual está protegida por una cáscara dura que contiene un jugo lechoso. El tamaño en longitud de este fruto suele superar los 10 cm de longitud y se presenta en cuatro formas distintas: alargada, aperada, redondeada y ovalada, siendo la aperada la que define mejor a la de la variedad fuerte.

El fruto consta principalmente de tres partes: corteza, pulpa y semilla, donde la pulpa es la porción comestible de este, que se caracteriza por contener una muy baja cantidad de azúcar en su composición que se encuentra en el rango de entre 1.5 a 3.5 por ciento antes de su maduración y de 0.25 a 1.8 por ciento en su estado de madurez; cabe destacar también que este fruto es poseedor de un gran porcentaje de proteínas y grasas altamente digestivas, sin olvidar además, que contiene cantidades moderadas de vitaminas A y B.

Gráfico 2.4. Fruto del aguacate.



Fuente: Apeamac (2009).

Algo importante resaltar es que el contenido de azúcar del que es poseedor, tiende a bajar mientras aumenta el contenido de grasas que a veces puede llegar hasta un 20 por ciento.

Todas estas características han hecho que no se puede decir que el aguacate sea una fruta propiamente dicha, ya que no tiene apenas dulzor y es frecuentemente consumida en ensaladas, como si fuera una hortaliza.

Adicionalmente, podemos decir que el aguacate es muy apreciado en el mercado mundial no solo por su exquisito sabor sino también por su alto valor nutritivo, sino por las amplias posibilidades de uso no solo en la culinaria sino en “procesos industriales en los que se lo emplea con fines medicinales, utilizando hojas, cáscaras, semillas y corteza, para la extracción de aceite, el cual es fácilmente comparable con el aceite de oliva; además se lo utiliza

como materia prima en la fabricación de shampoo y cosméticos como cremas, aceites y películas protectoras y limpiadoras de la piel.”*

2.2.2. Proyección del cultivo de aguacate

El agricultor moderno ha empezado a tener conciencia de que debe tratar de optimizar la producción, aprovechando al máximo los recursos de tierra, capital y mano de obra para una maximización de utilidades y una minimización de costos, con lo que se conseguiría satisfacer el déficit de la producción de esta fruta en el país.

Los precios para el aguacate varían según los siguientes niveles: en el árbol, a nivel de finca, a nivel de intermediarios y a nivel de minoristas.

El precio que recibe el agricultor esta en estrecha relación con lo que paga el consumidor.

Los europeos desean un aguacate con más del 12 por ciento de grasa, mientras que en el mercado ecuatoriano éste contiene más del 16 por ciento.

La variedad más popular y que obtiene precios más altos es el "fuerte", que se paga US \$ 1000/tm aproximadamente; las otras variedades tienen un costo aproximado de US \$ 800/tm.

El transporte desde Ecuador se puede realizar en barcos refrigerados a un costo aproximado de US \$ 100/tm. En relación con la industrialización se ha detectado que los aguacates no apropiados para el consumo fresco se prestan económicamente para la producción de trozos preservados y para aceites que se utilizan en la industria cosmética en Europa.

* ANACAFÉ, 2004. "Cultivo de aguacate - Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera".

El mercado mundial de conservas y frutas frescas ha experimentado una considerable expansión en los últimos años, en particular el aguacate semiprocado, razón por la cual sería muy necesario este tipo de empresa en Ecuador.

Entre los países más importantes en el mercado mundial están Estados Unidos, Alemania Federal, Francia, Venezuela, Chile, entre otros.

El producto es preservado a temperaturas de 5 a 0 grados centígrados y presentado en envases de 11 galones para facilitar su transporte y abaratar el flete.

El aguacate en trozos es utilizado en la preparación de comidas, dulces, pasteles, ensaladas de frutas, entre otros.

Tabla 2.6. Composición química del aguacate.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUACATE	
Agua	70%
Proteínas	1,50%
Lípidos	22%
Hidratos de Carbono	6%
Vitamina A	40 microgramos/100 g
Vitamina B1	0,09 mg/100 g
Vitamina B2	0,12 mg/100 g
Vitamina B6	0,5 mg/100 g
Vitamina E (tocoferol)	3,2 mg/100 g
Vitamina C	17 mg/100 g
Potasio	400 mg/100 g

Fuente: ASOAGUACATE (2005).*

* ASOAGUACATE, 2005. "El aguacate como una alternativa productiva en la frontera norte"

Este fruto puede ser consumido tanto crudo como cocido, empleándose más como una hortaliza que como una fruta, ya que al carecer de un sabor dulce o ácido característico, facilita su combinación con muchos platos, además su elevado porcentaje de grasa saludable, vegetal, insaturada y sin colesterol, favorece a tener una vida de calidad. Siendo el momento óptimo para su consumo, aquel que viene marcado por la blandura de su pulpa, cuando se puede untar como mantequilla, y que lo ha hecho acreedor del nombre de "mantequilla vegetal".

2.2.3. Singularidades del aguacate

El cultivo de aguacate en sí, tiene una serie de singularidades propias que es necesario tener en cuenta al dedicarse a esta actividad, tales como:

- “Un clima fresco durante el cuajado del fruto puede limitarlo gravemente, mientras que las altas temperaturas después del cuajado pueden hacer que el fruto se caiga.
- Las variedades verdes de aguacate pueden tardar aproximadamente 10 meses en madurar a partir del cuajado del fruto o la polinización, a diferencia de las negras que pueden llegar a tardar entre 13 y 14 meses.
- Los troncos del aguacate pueden quemarse con el sol cuando son jóvenes, por lo cual es recomendable pintar el tronco con pintura látex blanca, pudiendo dejar de hacerlo cuando la copa ya sea lo suficientemente amplia para dar sombra al tronco.
- Las hojas pueden caerse en casi cualquier época del año, lo cual precede a un nuevo follaje que luce un color rojo cobrizo al abrirse.”*

* CHAPMAN, B. 2009. “Como cultivar aguacates”.

2.2.4. Aspectos técnicos

Las plantaciones deben estar situadas donde haya mayor iluminación y donde el terreno esté ligeramente accidentado u ondulado, permitiendo una buena ventilación, aunque en las regiones menos cálidas se debe buscar una buena protección de los vientos fríos.

2.2.4.1. Clima

En cuanto a las exigencias de esta planta con relación al clima, podemos decir que:

- La planta de aguacate es poco resistente al frío, aunque el tipo guatemalteco tiene una ligera tolerancia al mismo, por lo cual su rango óptimo de desarrollo es de temperaturas medias anuales de entre 20 y 26° C, pudiendo soportar temperaturas no inferiores a - 2° C por períodos no muy prolongados.
- Las sequías prolongadas provocan la caída de las hojas, lo que reduce notablemente su rendimiento, mientras que el exceso de precipitación durante la floración y fructificación, reduce la producción y provoca la caída del fruto, por lo cual es recomendable sembrar este producto en zonas con una pluviosidad anual de entre 1000 a 1500 mm repartida durante todo el año, pero, con mayor intensidad, durante los meses cálidos.
- El terreno destinado al cultivo debe contar con buena protección natural contra el viento o en su ausencia, establecer una barrera cortavientos preferentemente un año antes del establecimiento de la plantación, ya que este produce daño, rotura de ramas y caída del fruto, especialmente cuando están pequeños, además si es que el viento es muy seco durante la floración, reduce el número de flores polinizadas y por consiguiente de frutos.

- El exceso de humedad relativa puede ocasionar el desarrollo de algas o líquenes sobre el tallo, ramas y hojas o enfermedades fúngicas que afectan el follaje, la floración, la polinización y el desarrollo de los frutos, a lo contrario de un ambiente muy seco que provoca la muerte del polen con efectos negativos sobre la fecundación y con ello la formación de menor número de frutos.

2.2.4.2. Suelo

En lo concerniente al tipo de suelo, los más recomendados son aquellos de textura ligera, básicamente permeable y profundos, ricos en materia orgánica, bien drenados con un pH neutro o ligeramente ácidos (5,5 a 7), aunque esto no es una limitante, ya que puede cultivarse también en suelos arcillosos o franco arcillosos siempre que exista un buen drenaje, pues el exceso de humedad propicia un medio adecuado para el desarrollo de enfermedades de la raíz, fisiológicas como la asfixia radical y fúngicas como *Phytophthora*.

2.2.4.3. Variedades

Se estima que actualmente existen más de 500 variedades de aguacate, sin embargo, por razones de productividad y otras características apetecidas en el mercado que van desde su perecibilidad hasta su contenido graso, la explotación comercial se limita a un número reducido de variedades entre las que se destacan:

- Híbridos mexicano - guatemaltecos: Fuerte, Ettinger y Robusto entre otros.

- Obtenidas del mejoramiento de la raza mexicana: Hass, Bacon, Gwen, Criollo mexicano, Zutano y otros de denominación regional en México.

2.2.4.4. Podas

La poda de cualquier variedad es siempre una operación muy delicada, pero sin embargo, en lo que concierne a la fruticultura, mayor importancia tiene otras labores como: la adecuada preparación y abonado del suelo, así como el riego adecuado del mismo, dejando a las operaciones de poda para cuando se esté seguro de que el árbol está bien cultivado y en adecuadas condiciones.

Al hacer una poda esta debe tener en cuenta dos hechos: uno positivo, al suprimir ramas y botones por la poda se refuerza la vitalidad de yemas y ramas vecinas, logrando que se den frutos de mayor tamaño; el otro, negativo, al eliminar muchas hojas, se suprimen muchos órganos productores de alimentos que capacitan al árbol para crecer y fructificar.

La finalidad de la poda es conseguir que las ramas que queden se desarrollen mejor al recibir más savia de las raíces, además de mejorar la aireación e insolación, pero siempre cuidando que la eliminación de ramas no sea tan grande que retrase el desarrollo del árbol. Esta operación se efectuará con dos objetivos básicos:

1. El desarrollo armónico del armazón que constituye el árbol, es decir, conseguir solidez, equilibrio, aireación, vigorosidad y lograr que sus ramas estén dispuestas de manera tal que faciliten todas las labores culturales, tratamientos antipesticidas y sean resistentes a la acción del viento y de la insolación. Esta poda es llamada "Poda de formación.

2. Una vez formados los árboles se debe conseguir un perfecto equilibrio entre la producción de frutos y el correcto y equilibrado desarrollo de las demás partes del árbol. Esta poda es la llamada poda de producción.

2.2.4.5. Riego

La distribución y cantidad de agua que tendrá que suministrarse al aguacate mediante los riegos, estará en función de las necesidades de cada raza, de la cantidad de lluvia caída en cada época del año en la zona donde se cultive y, finalmente, de la capacidad de retención del suelo, siempre tomando como valor referencial existente, a una pluviosidad media anual que oscile entre los 1000 y 1500 metros cúbicos por hectárea, repartida durante todo el año.

2.2.4.6. Abonado

El abonado consiste en facilitar a las plantas todo aquellos elementos nutritivos (oligoelementos y microelementos) que precisan para su desarrollo; una fertilización correcta se basa en el conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo y de las necesidades fisiológicas de la planta, según su período de vida; de los conocimientos se derivara la dosis correcta, el método más adecuado y la época de aplicación. Razón por la cual, es esencial y primordial la realización de un análisis de suelo, que ayudará a tener una visión clara de los recursos disponibles en él, y que nos dará la pauta para tomar una serie de decisiones que permitan suplir sus falencias, tras la aplicación de determinados tipos de fertilizantes como: abonos orgánicos, abonos verde, abonos minerales, nitrógeno, fertilizantes potásicos y fosfatados, abonos compuestos, etc, que

estarán a disposición de las necesidades fisiológicas de las plantas durante las diferentes etapas de su desarrollo.

2.2.4.7. Enfermedades del aguacate

El aguacate, como cualquier frutal, puede sufrir daños por diversos motivos: por carencia de algún elemento necesario para vivir, por ataques de animales (insectos, nemátodos, ácaros), que son las llamadas “Plagas”, y por la acción de vegetales parásitos (virus, hongos), que son las llamadas enfermedades.

- **Carencias**

El diagnóstico de la carencia de un determinado elemento es difícil de hacer, aunque se basa principalmente en la observación del aspecto general del árbol y sobre todo de sus hojas, lo que es muy difícil de hacer, o puede ser realizado, con mayor seguridad con el análisis de la tierra; siempre que sea preciso suplir una carencia de algún micro elemento, es mejor consultar a la estación experimental agronómica más cercana para evitar cualquier tipo de dificultad posterior.

Un método eficaz de combatir las enfermedades carenciales, principalmente de oligoelementos, es aspersar las hojas con soluciones de sales del oligoelemento faltante, y rápidamente tomarán su aspecto verde normal.

En el caso de carencia de boro serán suficientes dos aspersiones en la época de floración y cuajado de los frutos; en los demás casos serán precisos varios tratamientos.

- **Plagas**

Una de las principales plagas de las plantas que atacan al aguacate son los insectos, y entre éstos el grupo más numeroso pertenece al orden de los hemípteros (cochinillas, pulgones, chinches, piojos), algunos coleópteros, un lepidóptero, un tisanóptero del grupo de los trípodos, y un ácaro, la araña roja.

En nuestro país la mayor incidencia de plagas está dada por:

- Trip del aguacate (*Heliethrips haemorrhoidalis*). (Gráfico 2.5)
- Barrenador de ramas (*Copturus aguacate*). (Gráfico 2.6)
- Talador de la semilla del fruto (*Heilipus luari*).
- Abeja congo (*Trigona silvestrianun*).
- Arañitas rojas (Ácaros: *Oligonychus perseae*). (Gráfico 2.7)
- Barrenador del fruto (*Stenoma catenifer*). (Gráfico 2.8)
- Gusano arrollador de la hoja (*Platynota spp*).
- Acaro de las agallas (*Eriophyes sp.*).

Gráfico 2.5. Trip del aguacate.*



Fuente: Asociación Nacional del Café (2004).

Gráfico 2.6. Barrenador de ramas.*



Fuente: Asociación Nacional del Café (2004).

Gráfico 2.7. Araña roja.*



Fuente: Asociación Nacional del Café (2004).

Gráfico 2.8. Barrenador del fruto.*



Fuente: Asociación Nacional del Café (2004).

- **Virus**

Por el otro lado, entre las principales enfermedades causadas por virus podemos destacar a:

- Pudrición de la raíz o marchitez del aguacate (*Phytophthora cinnamomi*).
- Mancha negra o cercospora (*Cercospora purpura*).
- Polvillo o mildiu (*Oidium sp.*).
- Mancha negra o antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*).
- Fusariosis (*Fusarium*).

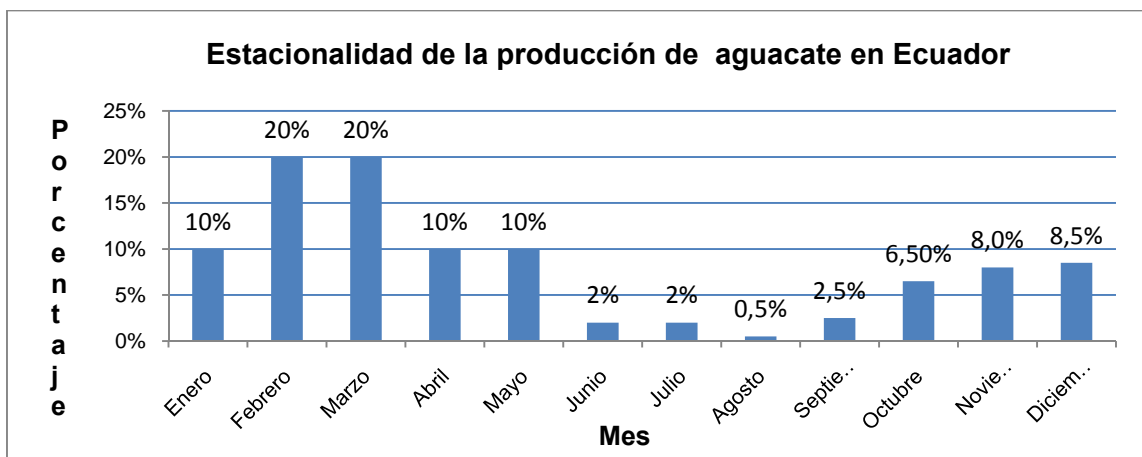
2.2.5. Potencial para la producción de aguacate en el Ecuador.

Muchas localidades de las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua, específicamente aquellas que se encuentran a una altura entre los 1000 y 1900 metros, se adaptan de manera ideal para la producción de aguacate, especialmente aquellos de las variedades Fuerte y Hass, lo que sumado a los bajos costos de producción, y a la ubicación geográfica y clima privilegiado del que es poseedor nuestro país, permiten una producción

* ANACAFÉ, 2004. "Cultivo de aguacate - Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera"

relativamente constante durante todo el año, lo que puede ser fácilmente sustentado por un estudio hecho por la CORPEI (2001), que afirma que “la estacionalidad en la producción de aguacate no es tan pronunciada, en donde la mayor producción ocurre entre Octubre y Mayo, con un ligero pico en Febrero y Marzo, observándose una baja, pero no escasa disponibilidad entre los meses de Junio y Agosto”, lo que en términos de competitividad nos da una enorme ventaja frente a otros países que solo pueden ofertar este fruto en ciertas temporadas del año.

Cuadro 2.1. Estacionalidad de la producción de aguacate en el Ecuador



Fuente: CORPEI (2001).

Además, podemos afirmar que nuestro país cuenta con una gran cantidad de agricultores en estas localidades, que tienen vasta trayectoria en esta actividad, lo que se traduce en el plus, de contar con su experiencia para mejorar nuestra competitividad, sin embargo, si se desea potenciar la producción del aguacate en el país, es necesario que exista un aceleramiento en la transferencia de tecnologías apropiadas para la optimización de recursos, sin dejar de lado una capacitación constante y adecuada, y el uso paralelo de métodos alternativos como por ejemplo, la implementación de apiarios en los cultivos que contribuyan a garantizar una mayor producción tras generar un incremento en el número de flores polinizadas que cuajan, aumentando complementariamente

los réditos obtenidos por parte del agricultor y promoviendo esta actividad agropecuaria, que contribuye a la generación de más plazas de trabajo directo e indirecto, en consecuencia de ello.

Fotografía 2.3. Proceso de pecoreo.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

Fotografía 2.4. Cuajado de fruto.

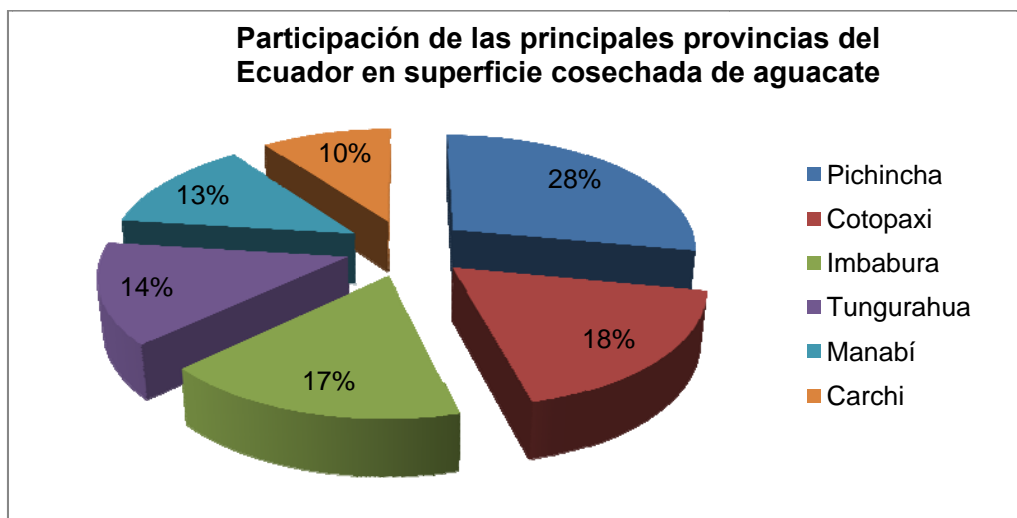


Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

2.2.6. Distribución geográfica de la producción en el Ecuador

El Ecuador es un país apto para la explotación del cultivo de aguacate, en especial a lo largo de los valles del Callejón Interandino, pudiendo destacar entre ellos a los valles de Guayllabamba y el Chota, así como la zona de Atuntaqui en Imbabura, en donde este cultivo, ha desplazado con facilidad a otros considerados como tradicionales como el de maíz y caña de azúcar por su alto rendimiento, otros lugares que podemos resaltar por su potencial productivo son, al norte, la provincia de Imbabura con aproximadamente 1041 ha, es decir un 17% de participación, y la provincia del Carchi con cerca del 10% de la producción total, hacia el centro y sur del país, las principales provincias son: Pichincha con un estimado del 28%, equivalente a unas 1715 ha, seguido por Cotopaxi con un 18% y Tunguragua un valor cercano al 14% (Cuadro 2.2), sin dejar de mencionar a las provincias de Loja y Azuay que actualmente están tomando fuerza en esta actividad, lo que nos hace creer que el Ecuador quizá podría convertirse en un país aguacatero por excelencia al mediano plazo.

Cuadro 2.2. Distribución geográfica de la producción de aguacate en Ecuador.*



Fuente: CENSO AGROPECUARIO (2000).

Es necesario mencionar que, las épocas de recolección del fruto pueden verse ligeramente alteradas a causa de los microclimas reinantes en cada uno de los valles interandinos, así como de las variedades cultivadas en ellos, sin embargo en términos generales se puede indicar que se tiene una o dos cosechas principales y varias cosechas secundarias a lo largo de todo el año.

2.2.7. Escala de producción

Tras el creciente deseo de los agricultores de querer exportar este fruto a mercados internacionales, se ha conseguido un notable respaldo e interés por parte del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), que ha incluido a este producto en su Programa de Mejoramiento de Frutales, iniciado hace tres años, además de abrir las puertas a la búsqueda de nuevos mecanismos y alternativas no tradicionales que permitan incrementar los rendimientos productivos de las plantaciones.

* SICA, 2003. "El Cultivo de Aguacate". Ecuador.

Aunque hay que resaltar que este proceso lleva un notable retraso debido a que actualmente no se dispone de estadísticas actualizadas relacionadas con el tema, aunque, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP) ha puesto cartas en el asunto y está trabajando esmeradamente en este sentido.

Un punto importante que debe ser tomado a consideración, es que en los últimos años, los agricultores de las zonas en cuestión, han cambiado las explotaciones de cultivos anuales tradicionales al cultivo de aguacate, ya que el rendimiento por hectárea es mucho mayor, sin dejar de mencionar, que la demanda de este fruto en el país todavía no se encuentra satisfecha. Es más, existen grandes perspectivas para poder exportarlo no solo como fruto, sino como materia prima para su industrialización, esta sería muy importante y beneficiosa para la economía de nuestros productores y del país.

2.2.8. Productividad

El cultivo del aguacate, por lo general entra a producir a partir del tercer año, dependiendo de la variedad y del lugar donde vaya a ser explotado, es así, que el agricultor empezaría a percibir utilidades a partir del cuarto o quinto año de producción.

Esto se traduce en que, en el cuarto año, el rendimiento en frutos por planta fluctuaría entre 30 y 40, mientras que su rendimiento por hectárea oscilaría entre los 4680 y 6240 frutos incrementándose paulatinamente hasta el décimo año, en el que la producción tiende a estabilizarse en un promedio de 800 frutos por planta y alrededor de 125.000 por hectárea.

Pese a la aparente limitante del tiempo que tarda en empezar a producir este cultivo, puede decirse que la rentabilidad que este refleja, lo constituye como un negocio muy atractivo, puesto a que, partiendo de cifras promedio de producción y costos, la rentabilidad que sus productores a nivel de finca llegarían a percibir actualmente sería de aproximadamente un 172 por ciento.

2.2.9. Niveles de productividad

Los niveles promedio de rendimiento en el cultivo de aguacate en nuestro país bordean las 3.6 t/ha en monocultivo y 0.5 t/ha en cultivos asociados, lo cual, en ambos casos podría atribuírsele a una baja tecnificación en el manejo de este cultivo, sumado a la escasa capacitación a todos los involucrados de la cadena productiva de este singular fruto.

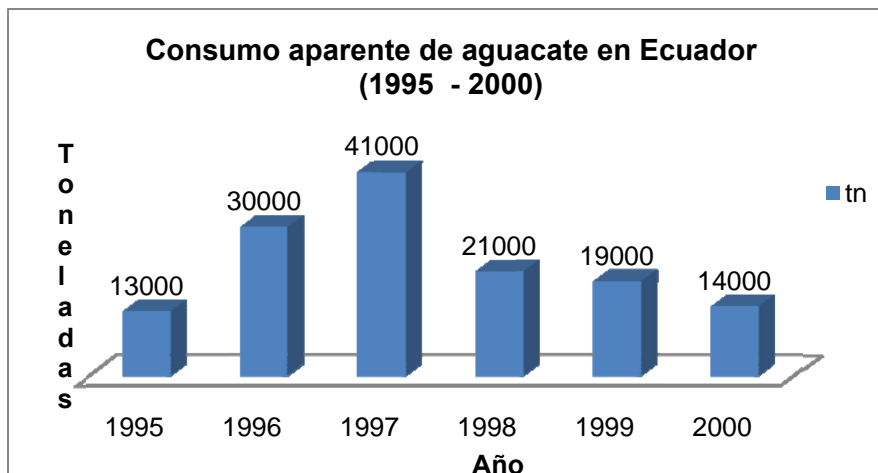
2.2.10. Características cuantitativas y cualitativas de la "Demanda Potencial" y "Consumo Aparente" en el país

Para determinar el consumo aparente en el Ecuador, es necesario realizar la sumatoria de la producción local más las importaciones, restándole a este valor el de las importaciones.

Según la FAO el comportamiento en el consumo de aguacate ha variado notablemente desde el año de 1995 hasta el 2000; reflejándose un elevado consumo de esta fruta en el año de 1997, ya que su producción fue excelente, superando así las expectativas de los propios productores, pero al siguiente año, esta tuvo un fuerte revés ocasionado por el fenómeno de "El Niño", que afectó directamente a la producción y por ende al consumo nacional de este fruto.*

* FAO, 2001. "El aguacate". Ecuador.

Cuadro 2.3. Consumo aparente de aguacate en Ecuador.



Fuente: FAO (2001).

A partir de ese año el consumo de aguacate ha ido mermando en el país teniendo como principales causas a la disminución de la producción como a un aumento constante en las exportaciones.

2.2.11. Mercado local

Producción y oferta:

La superficie de aguacate proporcionada por el Censo Agropecuario 2000, se divide en dos grupos, "Solo" y "Asociado". Dentro del primer grupo se encuentran los monocultivos, que se refiere a superficies en las que únicamente se cosechan una clase de fruta, que en este caso vendría a ser el aguacate, mientras que en el segundo grupo se encuentran los cultivos asociados con más de un producto, es decir, que además de cultivarse aguacate, se cultivan también otras frutas, hortalizas u otros productos en un mismo terreno.

Las UPAs (Unidades Productivas Agropecuarias) dedicadas a la producción de aguacate en monocultivo en el año 2000 fueron 2990, las cuales tuvieron una superficie sembrada de 2290 ha, de las cuales el 62% tiene menos de 20 ha y

el 38% tiene más de 20 ha, existiendo en ese entonces 2080 ha en edad productiva, siendo cosechadas 1917 ha con una producción de 6930 t y vendidas 6670 t.

En el caso de la producción de aguacate en forma asociada, en el año 2000 habían 3890 UPAs con una superficie sembrada de 5507 ha. De las que el 50% tenía menos de 20 ha y el otro 50% más de 20 ha. Teniendo 5217 ha en edad productiva y de las que 4056 ha fueron cosechadas con una producción de 2114 t y vendidas 2000 t.

En las UPAs de monocultivo, el 36% de las plantaciones totales tenían más de 20 años y el 45% se cultivaba con variedades mejoradas, aplicándosele riego en el 84%, fertilizante en el 52% y productos fitosanitarios en el 51% de ellas.

En las UPAs asociadas, el 46% de la superficie total tenía más de 20 años y el 11% se cultivaba con variedades mejoradas. Se aplicaba riego en el 23%, fertilizante en el 20% y productos fitosanitarios en el 20% restante.*

Cuadro 2.4. Superficie por edad, variedad y prácticas de cultivo en el aguacate.

Superficie por edad, variedad de la plantación y practicas de cultivo en hectareas del año 2000								
Cultivo permanente	Edad de la plantación			Superficie con planta o semilla		Practicas de cultivo		
Aguacate	Menos de 10 años	De 10 a 20 años	Mayor de 20 años	Común	Mejorada	Riego	Aplicación fertilizante	Aplicación fitosanitarios
Solo	600	854	817	1249	1041	1920	1202	1171
Asociado	1464	1504	2540	4909	598	1253	1092	1101

Fuente: Censo Agropecuario (2000).

Un dato de importancia que debe ser recalcado, es que la mayor parte de estas UPAs se encontraban localizadas en las provincias de Pichincha e Imbabura.

* FAO, 2001. "El aguacate". Ecuador.

2.2.12. El aguacate como una alternativa

“Durante la última década, el Ecuador ha experimentado una severa recesión económica y una seria inestabilidad política y social acompañada del creciente número de refugiados colombianos en nuestro país, víctimas de la acrecentada violencia que vive el vecino del norte, lo que ha agravado los índices de pobreza y desempleo ya existentes, por lo que se ha visto en el aguacate, una potencial alternativa y a la vez un mecanismo que permita contrarrestar estos problemas, especialmente en las Provincias de Carchi e Imbabura, que limitan con Colombia en la parte nororiental del país”.*

Propuesta que ha sido planteada, tomando como referencia los resultados de las ventajas comparativas y de las experiencias históricas logradas con la producción de aguacates a lo largo de los años, así como también a la creciente demanda global que el cultivo de este fruto tiene, siendo una potencial generadora de fuentes de empleo en el país.

2.2.13. Perspectivas de consumo

El aguacate se consume principalmente en fresco, pero también se industrializa para producir pulpa, guacamole (puré o salsa con la adición de otros productos) y aceite no refinado, éste último con fines comestibles y como materia prima en las industrias de cosméticos y de productos farmacéuticos.

Gracias a su alto contenido relativo en aceites, este fruto presenta buenas expectativas para ser demandado por otros países, esto, con base a la tendencia actual de consumir productos frescos, naturales y saludables. De hecho, los expertos lo recomiendan, en cantidades moderadas, como parte de una dieta saludable, debido a que, además de tener un bajo contenido de azúcares, es una fuente importante de proteínas, minerales y grasas

*ASOAGUACATE, 2005. “El aguacate como una alternativa productiva en las provincias del Carchi e Imbabura de la frontera norte”. Ibarra – Ecuador. p. 4 – 18.

monoinsaturadas con efectos benéficos para la salud.

Es así, que con el fin de lograr que el cultivo de aguacate tenga éxito en el país, es importante y fundamental, fortalecer tanto la producción ya existente de los agricultores como la comercialización del mismo, que actualmente está siendo vendido en su mayoría a Colombia y ciertos mercados europeos.

2.2.14. Riesgos de viabilidad

La inestabilidad política y social, sumada a una fortuita sobre oferta en el mercado internacional, constituyen los principales riesgos en la viabilidad de producción de aguacate en nuestro país, que desde un punto de vista técnico pueden ser traducidas en potenciales oportunidades si se sabe encaminar los esfuerzos de todos los involucrados en la cadena productiva del producto, para lograr su posicionamiento en estos mercados, lo cual sería posible gracias a la privilegiada ubicación y diversidad de climas del que es poseedor el país, que constituyen factores determinantes que permitirían a los productores ecuatorianos alcanzar mayores réditos que el promedio, permitiéndoles al mismo tiempo, exportar estratégicamente durante los periodos de baja producción de otros países.

Otro potencial riesgo que podría presentarse, es que el aguacate tiene un largo período de crecimiento comparado con el corto ciclo de otros cultivos, para lo cual se recomienda a los pequeños productores que quieran incursionar en este campo, a plantar menos árboles por hectárea, lo cual les permitirá plantar otros cultivos entre las filas de los árboles con el objetivo de generar ingresos mientras el huerto entra a una edad productiva, superando parcialmente esta problemática.

Con respecto al mercado, específicamente el de Estados Unidos, el principal riesgo radica en que el USDA rechace las exportaciones de aguacate ecuatoriano que puedan contener pestes o eventualidades causadas por algunos problemas de índole fitosanitario, pese a la gran inversión de tiempo y

dinero que implica obtener la aprobación de este organismo para introducir cualquier tipo de producto alimenticio a territorio estadounidense.

2.2.15. Cosecha del aguacate

El aguacate, cuyo nombre de origen azteca se deriva de la palabra “ahuacatl”, que hace referencia a la forma de un testículo, es considerada una fruta muy noble, ya que gracias a la gran adaptación que tienen sus diferentes variedades, es relativamente fácil garantizar su producción durante todo el año.

Cuadro 2.5. Variedades de aguacate fresco y su disponibilidad.

Variedades de aguacate fresco y su disponibilidad												
Variedad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb	Octubre	Noviembr	Diciembre
Bacón												
Fuerte												
Gwen												
Hass												
Pinkerton												
Reed												
Zutano												
Antillas												
Guatemaltecas												

Fuente: THE GUIDE (The Packer's) (2001).

Las épocas de cosecha se dividen en alta y baja. La primera se presenta de octubre a enero y la segunda de febrero a septiembre, con una producción promedio de 12 toneladas por hectárea, aunque en las plantaciones jóvenes se llega a alcanzar de 22 a 24 toneladas por hectárea.

2.2.16. Manejo poscosecha

En la actualidad, tras la abolición constante de muchas fronteras comerciales y la firma de continuos tratados de libre comercio con países alrededor del mundo, hay que recalcar y destacar a la vez, por ejemplo, en el caso del aguacate el éxito en sus exportaciones, independientemente de sus cualidades, la obtención de una productividad sostenida, resistencia al manejo poscosecha, un cuidadoso sistema de transporte y la exquisita calidad de su

pulpa, radica básicamente en “lograr una perfecta organización entre todos los actores de la cadena productiva: productores, cortadores, empacadores, distribuidores y exportadores, ya que en este proceso tan importante es el productor como el cortador, empacador y el exportador, pero también cabe recalcar que esto no sería factible sin que exista un involucramiento del productor en cada uno de los aspectos de la cadena productiva, trabajando de la mano con cada uno de sus actores, a fin de que pueda “dar el salto” de productor a exportador, y consecuentemente pueda obtener un valor extra por su producto”.*

Además, el uso del almacenamiento refrigerado ha jugado un papel muy importante en este proceso, ya que ha contribuido a que la comercialización del aguacate sea posible en especial con plazas de mercado distantes, pues así se logra retardar la velocidad de maduración del fruto, conservando sus características organolépticas y facultando que este pueda permanecer en percha un lapso de tiempo comprendido entre 14 a 28 días.

Adicional a esto, cabe mencionar que el aguacate es un fruto muy sensible al congelamiento, por lo cual es conveniente tomar en cuenta una serie de variables de refrigeración entre las cuales la temperatura y la humedad relativa son las más importantes. Para el aguacate inmaduro, el rango de temperatura de almacenamiento es de 4-13 °C y la humedad relativa está en el rango de 85% a 95%; siendo recomendada para la variedad Fuerte una humedad relativa de entre 85% a 90%.

En almacenamiento, el aguacate es una fruta que demanda gran cantidad de Oxígeno y genera etileno y calor. El etileno es un elemento que acelera el proceso de maduración de cualquier fruta, y debe ser utilizado de acuerdo a la finalidad de su aplicación. Así, si se quiere acelerar el proceso de maduración de las frutas, se introduce etileno en la cámara, y si se quiere retardar la maduración, se debe eliminar en lo posible el etileno de la cámara. La fruta

*CARVAJAL, O. 2007. “Aguacate, la oportunidad de crecer”

tratada con etileno puede almacenarse hasta por dos semanas, debiendo mantenerse a temperatura ambiental 24 °C para que esta madure.

2.2.17. Clasificación del aguacate

El mercado exterior es muy exigente en cuanto a los límites de tamaño que el aguacate debe tener para entrar en él, es así que, aguacates demasiado grandes o demasiado pequeños no tienen gran aceptación. En base a normas nacionales que tienen validez en el mercado internacional, la clasificación del aguacate se resume en la siguiente tabla:

Cuadro 2.6. Clasificación del aguacate por peso.

Clasificación del aguacate por su peso		
Tipo	Tamaño	Peso unitario (g)
I	Grande	Mayor de 350
II	Mediano	250 - 350
III	Pequeño	Menor de 250

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Es por esta razón que en el manejo poscosecha existen algunos procedimientos previamente establecidos que tienen que ser realizadas constantemente como las continuas inspecciones al proceso, que permitan garantizar la calidad del producto al consumidor final.

Los conceptos básicos sobre este procedimiento son los siguientes:

- **Tamaño de la muestra:** El número de recipientes, o unidades de muestra que comprende la muestra total extraída de un lote o producción.
- **Nivel de inspección:** Define la cantidad relativa de muestras tomadas de los lotes del producto. El "Codex Alimentario" de la FAO/OMS - CAC/RM 42, utiliza dos niveles de inspección.

- Pasos para realizar la inspección:
 1. Seleccionar el nivel de inspección.
 2. Determinar el tamaño del lote.
 3. Determinar el tamaño de la muestra.
 4. Extraer al azar, del lote, el número requerido de unidades.
 5. Examinar o comparar el producto, según los requisitos de características de calidad.
 6. Aceptar el lote, cuando el número de unidades defectuosas sea igual, o menor, que el número de aceptación.

2.2.18. Normas de empaquetado

- Los aguacates deberán ser empacados de acuerdo con buenas prácticas comerciales, debiendo tener un empaque bastante hermético o ajustado.
- El peso del fruto más pequeño en cualquier contenedor deberá ser no menos del 75% del peso del más grande fruto en el contenedor.
- El tamaño de los aguacates pueden ser especificados por estimación.
- Para poder permitir variaciones en incidentes de un adecuado tamaño y empaquetado, no más del 5%, por estimación, de los aguacates en cualquier contenedor puede pesar menos del 75% del peso del fruto más grande.
- Ningún fruto en cualquier contenedor podrá pesar menos del 60% del peso del fruto más grande en el contenedor.
- Además, no más del 5% de los contenedores en cualquier lote puede fallar en llenar los requerimientos como ajustar los empaques.

2.2.19. Recomendaciones que hacen las normas ISO

Dentro de las principales recomendaciones que las normas ISO hacen en lo que respecta al almacenamiento en cámaras frías de producto alimenticios frescos están:

- Circulación del aire en almacenamiento: Utilizar el sistema de ventilación vertical, con distribución uniforme del aire.
- Cambio de aire: El cambio de aire de la cámara debe realizarse una vez por hora, debido al alto grado de respiración del aguacate y por la acumulación de calor.
- No almacenar el aguacate con frutas o vegetales que sean incompatibles, tales como tomate, piña, banano, entre otros.

El aguacate destinado principalmente para exportación debe ser de óptima calidad. Se debe partir del hecho que la calidad del aguacate se hace en el campo y en la planta industrial y lo que se persigue es mantenerla, ya que no se lo puede mejorar.

Deben haber características mínimas de calidad del aguacate que llega a la planta, se establecen que el corte se haga debajo del péndulo, con una longitud no mayor de 1 cm, ya que sin él, podrían ingresar por la herida, microorganismos que alterarían o dañarían el fruto, siendo necesario que la zona en la que el péndulo fue cortado sea limpiada.

Los aguacates deben estar enteros, sanos, limpios, sin olores o sabores extraños, no tienen que presentar daños causados por golpes, bajas temperaturas, ataque de insectos, heridas abiertas y excesiva exposición a los rayos solares, y por otra parte viejas heridas sobre el aguacate, que están cubiertas con tejido cicatrizado, pueden ser toleradas en un número bajo.

La finalidad del paletizado, es de proporcionar estabilidad a la mercadería apilada en el pallet, con la finalidad de que la carga llegue en un estado óptimo al lugar de destino. Es indispensable que la resistencia de la carga del conjunto sea la máxima, se lo consigue, apilando la carga en forma lineal y no entrecruzada.

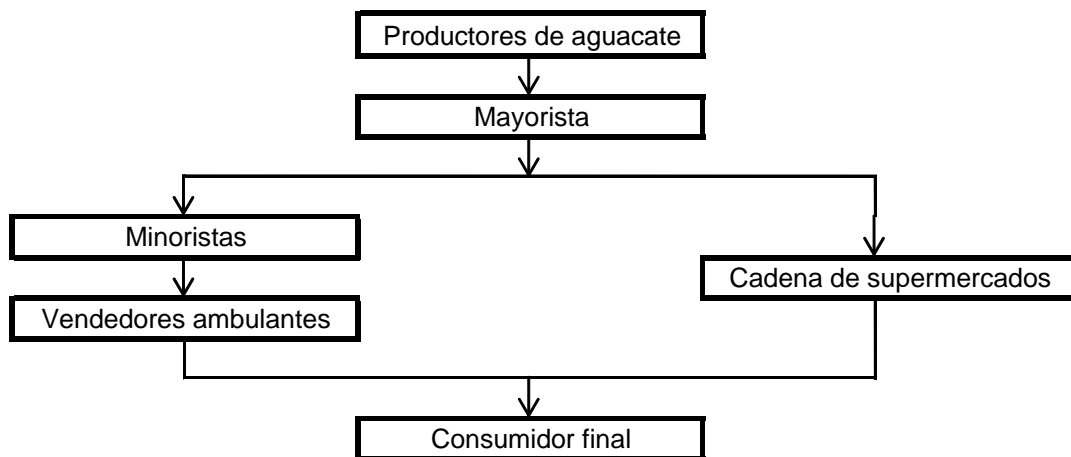
El uso de cantoneras de plástico o cartón proporcionan una mayor estabilidad del pallet. Para sujetar las cantoneras, se utilizan flejes de metal o de material plástico, las mismas que compactarán y estabilizarán la carga. El pallet debe

ser construido de madera seca y de buenas condiciones mecánicas (especialmente compresión). La superficie del pallet debe embalarse, tal como las normas ISO lo sugieren, en donde las dimensiones de la carga de empaque, el pallet y el contenedor refrigerado tienen relación directa.

2.2.20. Esquema del sistema agroindustrial

El siguiente gráfico muestra el esquema del sistema agroindustrial en el Ecuador.

Gráfico 2.9. Esquema del sistema agroindustrial.



Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

2.2.21. Comercialización

“La comercialización agrícola puede definirse como una serie de servicios involucrados en el traslado de un producto desde el punto de producción hasta el punto de consumo. Por consiguiente la comercialización agrícola comprende una serie de actividades interconectadas que van desde la planificación de la producción, cultivo, cosecha, embalaje, transporte, almacenamiento, elaboración de productos agrícolas y de alimentos, hasta la distribución y venta de los mismos. Tales actividades no pueden tener lugar sin el intercambio de información y a menudo dependen de la disponibilidad de finanzas adecuadas.

Los sistemas de comercialización son dinámicos, competitivos y suponen un cambio y mejoramiento continuo, en donde los negocios que progresan son los que tienen un costo menor, son más eficientes, y pueden ofrecer productos de calidad. Aquellos que tienen costos altos, no se adaptan a los cambios de demanda del mercado y ofrecen una calidad pobre, viéndose a menudo obligados a retirarse del mercado.

La comercialización debe orientarse al consumidor al tiempo que debe proporcionar un beneficio al agricultor, transportista, comerciante, procesador, entre otros. Ello requiere decir que los implicados en la cadena de comercialización comprendan las necesidades de los compradores, tanto en términos de producto como de condiciones de negocio.”*

Es de gran importancia decir que la comercialización puede darse principalmente en cuatro niveles distintos que son: local, regional, nacional e internacional.

2.2.22. Referencia histórica en el Ecuador

Desde sus inicios, la comercialización del aguacate en nuestro país ha sido tradicionalmente una actividad ajena a los productores.

Partiendo de este punto, es importante reconocer que vender aguacate al extranjero involucra numerosas variables de igual importancia que la producción.

Algunas de estas son, además del producto, las variables del precio, la distribución del aguacate (plaza) y la promoción del mismo.

Según datos obtenidos en el año 2000 tras el Censo Agropecuario realizado al sector aguacatero del país se evidencia que la superficie dedicada a este cultivo era de aproximadamente 9500 ha con una producción que borde 9800 tn. (Cuadro 2.4)

*WIKIPEDIA, 2001. “La comercialización del aguacate”.

2.2.23. Proyección del cultivo de aguacate

El agricultor moderno ha empezado a tener conciencia de que debe tratar de optimizar la producción, aprovechando al máximo los recursos de tierra, capital y mano de obra para una maximización de utilidades y una minimización de costos, con lo que se conseguiría satisfacer el déficit de la producción de esta fruta en el país.

Los precios para el aguacate varían según los siguientes niveles: en el árbol, a nivel de finca, a nivel de intermediarios y a nivel de minoristas. El precio que recibe el agricultor es bajo en relación con el que paga el consumidor.

Los europeos desean un aguacate con más del 12 por ciento de grasa, mientras que en el mercado ecuatoriano éste contiene más del 16 por ciento.

La variedad más popular y que obtiene precios más altos es el "fuerte", que se paga US \$ 1000/tm aproximadamente; las otras variedades tienen un costo aproximado de US \$ 800/tm.

El transporte desde Ecuador se puede realizar en barcos refrigerados a un costo aproximado de US \$ 100 por tm. En relación con la industrialización se ha detectado que los aguacates no apropiados para el consumo fresco se prestan económicamente para la producción de trozos preservados y para aceites que se utilizan en la industria cosmética en Europa.

El mercado mundial de conservas y frutas frescas ha experimentado una considerable expansión en los últimos años, en particular el aguacate semiprocado, razón por la cual sería muy necesario este tipo de empresa en Ecuador.

Entre los países más importantes en el mercado mundial están Estados Unidos, Alemania Federal, Francia, Venezuela, Chile, entre otros.

El producto es preservado a temperaturas de 5 a 0 grados centígrados y presentado en envases de 11 galones para facilitar su transporte y abaratar el flete.

El aguacate en trozos es utilizado en la preparación de comidas, dulces, pasteles, ensaladas de frutas, entre otros.*

2.3. La flor

Puede ser definida como un conjunto de hojas modificadas que concurren a la formación de frutos que a su vez encierran las semillas. Además es considerada como el órgano fructificador de las plantas fanerógamas con la principal finalidad de asegurar la reproducción de las mismas.

2.3.1. Origen

La flor se origina en las yemas floríferas, siendo el resultado de un sin número de modificaciones sufridas por las hojas (hojas antófilas), teniendo un crecimiento terminal o apical limitado a causa de que el meristemo apical deja de crecer y sus células se especializan formando varios ciclos florales.

2.3.2. Floración

Es llamado floración, al momento en el cual se puede evidenciar una aparición de flores a partir de una o más yemas florales, previo a la fructificación, lo que generalmente ocurre cuando la planta ha llegado a una madurez fisiológica; este fenómeno natural es de suma importancia, ya que constituye un factor

* ASOAGUACATE, 2005. "El aguacate como una alternativa productiva en las provincias del Carchi e Imbabura de la frontera norte".

determinante para que el crecimiento y desarrollo de todas las partes de la planta sea atenuado, puesto a que la mayor parte del metabolismo de la planta se encuentra enfocado en la producción floral.

2.3.3. La flor de aguacate

Gracias a ciertas particularidades propias del aguacate al momento de su polinización, podemos afirmar que este, es poseedor de flores hermafroditas, ya que su misma flor es poseedora de estambres que generan el polen y que forman la parte masculina, y pistilo, que con su estigma, estilo y ovario constituyen la parte femenina, lo que la convierte en una flor bisexual poseedora de un sofisticado proceso dicógamo, en el que las flores abren primeramente como femeninas y tras un cierre intermedio, realizan una segunda apertura como masculinas. Las flores en las que maduran antes los órganos masculinos se llaman PROTANDRICAS, y en las que se maduran antes los femeninos PROTOGINAS.

Fotografía 2.5. Flor de aguacate



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Laboratorio ESPE – IASA

Fotografía 2.6. Flor de aguacate



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

Partiendo de esta peculiaridad, a más de las características de maduración de los órganos sexuales y de las diversas variedades de aguacate, sus flores han sido agrupadas en dos grandes grupos, denominados A y B. “Las variedades con las flores de tipo A son aquellas que se presentan como receptoras al polen

por la mañana, pero no liberan el polen hasta la tarde del día siguiente, mientras que la situación es completamente a la inversa en los aguacates de tipo B, ya que sus flores son receptivas por la tarde pero no liberan el polen hasta la mañana siguiente”.*

Esto nos sugiere que, para que exista una adecuada polinización es necesario que en una plantación siempre existan cultivares del tipo A y B, ya que de esta manera, se lograría complementar su ciclo floral entre sí, favoreciendo la polinización cruzada y estimulando a que exista una mayor producción.

Cuadro 2.7. Variedades comerciales.

Variedad	Raza	Tipo flor	Peso fruta (g)	Producción	Sabor	Color cascara
Lorena	A	B	430	Muy buena	Muy bueno	Verde amarillo
Trapp	A	B	450	Muy buena	Muy bueno	Verde amarillo
Trinidad	GXA	A	560	Muy buena	Bueno	Verde oscuro
Booth 7	GXA	B	450	Muy buena	Muy bueno	Verde oscuro
Both 8	GXA	B	485	Muy buena	Bueno	Verde
Monroe	GXA	B	850	Buena	Bueno	Verde oscuro
Choquette	GXA	A	900	Muy buena	Muy bueno	Verde oscuro
Hass	G	A	250	Muy buena	Muy bueno	Verde
Fuerte	MXG	B	310	Buena	Muy bueno	Verde
Reed	G	A	425	Muy buena	Muy bueno	Verde

Fuente: Herrera (2009).

Adicional a esto podemos resaltar que “la estructura de las flores del aguacate, junto a la presencia de órganos secretores de néctar (nectarios y estaminodios), atraen a diferentes insectos polinizadores” entre los que podemos destacar, a aquellos pertenecientes al género *Apis*, que contribuyen a

*CHAPMAN, B. 2009. “Como cultivar aguacates”.

mejorar la polinización de las flores, lo que repercute en la obtención de frutos de mejor tamaño y calidad.

Fotografía 2.7. Abeja libando flor de aguacate.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

2.3.4. Fertilidad de los aguacates y su polinización

A pesar de la abundante floración de los aguacates (cada árbol presenta numerosas inflorescencia, que poseen, a su vez, muchísimas florecillas), la producción de frutos suele ser normalmente escasa, lo que significa que sólo algunas de las numerosísimas flores son fecundadas llegando a convertirse en frutos.

La causa de ello radica en que, a pesar de que sus flores son hermafroditas, pocos estigmas reciben el grano de polen fecundante, debido principalmente a que los estambres no maduran al mismo tiempo que el pistilo, constituyéndose en una gran limitante para la polinización cruzada, cuyo principio se basa en que el polen maduro de una flor sea depositado en el estigma maduro de otra.

Las flores de las plantas del grupo A, verifican una primera apertura por la mañana, pero sólo cuando sus órganos femeninos están maduros y sus estambres cerrados; el estigma receptivo solamente podrá recibir polen de otras plantas que tengan los estambres maduros, lo cual sucede en las variedades del grupo B, cuyos estambres, a diferencia de los del A, maduran

por la mañana. Al mediodía, y después de verificada la polinización, la flor tiende a cerrarse, para al día siguiente, después del mediodía, dar lugar a la segunda apertura, fase en la que la flor actuara únicamente como polinizadora, ya que los estambres (órganos masculinos) son fértiles y el estigma (órgano femenino), por el contrario, no es receptor.

En las variedades del grupo B, en su primera apertura después del mediodía, se puede observar la exclusiva maduración de los órganos femeninos, lo que permite que su estigma sea polinizado por flores del grupo A cuyos estambres ya están maduros; una vez verificada la polinización, al atardecer, se produce la primera oclusión de la flor, para a la mañana siguiente, abrir sus flores con los estambres maduros y aptos para polinizar las flores del grupo A.

Como puede deducirse, dentro de cada grupo floral difícilmente podría tener lugar una polinización cruzada, ya que en una misma etapa, es muy difícil que las partes macho y hembra de la flor logren ponerse de acuerdo. Por otro lado, se deduce también que sí se ponen de acuerdo en una misma etapa, la parte macho de una flor del grupo A con la hembra del grupo B o viceversa, difícilmente se autopolinizarían o se polinizarían entre ellas cuando se trata de una variedad o variedades de un mismo tipo floral, lo que significaría que estamos ante la presencia de un frutal, cuyas flores no se polinizarían con facilidad. Estas, constituyen las principales razones que sugieren que, para que exista una adecuada polinización es necesario el cruce de polen de una flor de un grupo a la flor del otro grupo.

Tomando como referencia esto, podemos prever que para lograr el éxito del cultivo de aguacate, es preciso, que al momento de hacer las plantaciones, se cuide que exista una adecuada entremezcla de variedades del grupo A con otras del grupo B, lo que nos permitirá asegurar, que en la plantación existirá una buena fecundación de las flores y por consiguiente buena cosecha de frutos, además, el hecho de entremezclar variedades puede ser empleada también con el propósito y el afán de mejorar los rendimientos en una

plantación ya instalada, lo que permitirá incrementar el índices de flores fecundadas.

Fotografía 2.8. Incremento flores polinizadas.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

Fotografía 2.9. Incremento de producción.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

Sin embargo, es prudente mencionar que en el mercado existen algunas variedades que son auto fértiles, es decir, que los órganos sexuales de sus flores llegan a una madurez sexual simultánea, facultando la posibilidad de una autopolinización de ellas, además de señalar que en la realidad casi nunca la polinización cruzada está limitada a la existencia de variedades del grupo A junto a variedades del tipo B, ya que esta depende de muchos factores condicionantes como el clima, que al ser cálido por ejemplo existe cierto solape de flores femeninas y masculinas dentro de árboles de la misma variedad que es suficiente para que se produzca una adecuada polinización, mientras que al tener un clima frío la dicogamia se acentúa y la necesidad de intercalar los tipos *A* y *B* es más imperiosa.

Pues bien, todo este proceso no sería posible sin la intervención del polen, que es un polvo ligero, algo pegajoso y que forma grumos, cuyos agentes de dispersión son los insectos más que el aire, dentro de los cuales el más destacado son las abejas, que podrían y deberían ser aprovechadas como un vector polinizador natural abundante, que el hombre a través de los siglos ha aprendido a domesticar y explotar.

Fotografía 2.10. Gránulos de polen.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).

Plantación objeto de estudio

Si bien es cierto que las abejas como agentes polinizadores propiamente dicho, son pocas aficionadas a libar en estas flores, hay que indicar que con el hecho de que, logrando apenas la fecundación del 1% de las flores, se lograría obtener una muy buena cosecha.

2.3.5. Problemas en la polinización del aguacate

A causa de las peculiares características propias de la flor del aguacate, es muy difícil que se dé una adecuada y eficiente polinización y cuajado de sus frutos, problemas que son atribuibles a una dicotomía protogínea de sincronización diurna, nombre con el que se conoce al comportamiento floral del aguacate, y cuya principal característica es el alargamiento o mal formación de frutos, debido a la mala polinización de la flor o simplemente al no cuajado de ella, factor que es muy común en nuestro país y en todo el mundo en general, lo que puede ser fácilmente evidenciado gracias a su poca desapercibida incidencia.

Fotografía 2.11. Mal formación del fruto.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

Fotografía 2.12. Mal formación de frutos.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

Este problema radica en el hecho de que los estambres (macho) y el pistilo (hembra) de una misma flor no maduran al mismo tiempo, existiendo una separación temporal, separación que se le conoce con el nombre de dicogamia, en donde todas las flores se comportan como femeninas o masculinas en un mismo periodo de tiempo, es decir, están sincronizadas, y precisamente esa sincronía se produce durante el día, de ahí su nombre. Es así que, un árbol completo funciona como femenino una parte del día y masculino la otra parte de ese mismo día.

Sin embargo en el lapso en el que este proyecto fue llevado a cabo, se pudo observar que este problema fue mitigado considerablemente, gracias a la labor polinizadora que las abejas han cumplido en la plantación objeto de estudio, lo que ha permitido disminuir sustancialmente el número de frutos objeto de rechazo a causa de mal formaciones de este tipo y la creciente caída de flores no fecundadas.

2.3.6. Fórmula floral

“El método de la fórmula floral ha sido durante muchos años un mecanismo de plasmar en forma gráfica la morfología floral de las angiospermas a más de

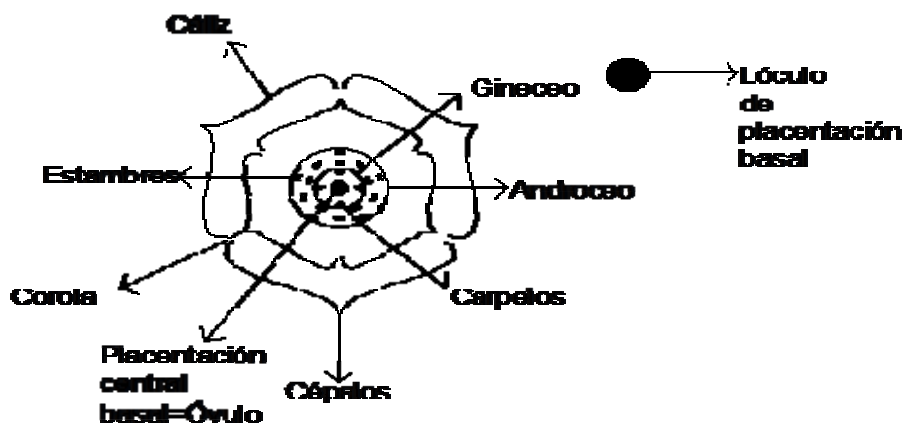
todas sus adaptaciones mediante letras, números y varios signos convencionales”.*

2.3.7. Diagrama floral

Los diagramas florales muestran en forma visual los rangos esenciales de una flor en un corte transversal, donde las partes de la flor son representadas por medio de símbolos semidiagramáticos o ideográficos, que ilustran tanto el número de verticilos como el de las partes florales y otros rasgos tales como la fusión de estructuras y la simetría de la flor.

Su aplicación en la flor de aguacate ha dado como resultado el siguiente diagrama y fórmula floral:

Gráfico 2.10. Diagrama floral.



Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

\square , X, [PK3+A ∞], G (3) Central Basal

Donde;

K: cáliz.

*JONES, S. 1987. "Sistemática vegetal" Segunda edición. México. p.83 - 106

C: corola.

P: perigonio.

A: androceo.

G: gineceo.

Placentación basal

Flor hermafrodita.

Esto, a razón de que durante su estudio en laboratorio se logró determinar que la flor de aguacate (*Persea americana* L.) es un tipo de flor conocida como inflorescencia Escorpioide o Unípora, constituida por un perigonio calizino.

Además cuenta con un cáliz dialipétalo, actinomorfo, campanulado y carpostegio, sin dejar de mencionar que está formado por una corola de tipo Dialipétala actinomorfa rosácea, con un androceo dialistémono fanerostémono, con una longitud de estambres que entra en la categoría de heterodínamos, a más de tener una inserción basifija con dehiscencia poricida.

Su gineceo está conformado por un estigma simple que tiene la peculiaridad de producir azúcares (néctar) que al parecer es objeto de atracción para las abejas y otros insectos polinizadores, esto a razón que durante la experimentación en el laboratorio se pudo observar una rápida oxidación de esta parte de la flor, la que tomo un color muy similar al que tiene la miel de aguacate.

Fotografía 2.13. Gineceo



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Laboratorio ESPE – IASA

Fotografía 2.14. Ovario.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Laboratorio ESPE – IASA

Su ovario entra en la categoría de súpero y el número de carpelos del que es poseedor permite que sea catalogado como tricarpelar, mientras que por su número de lóculos es definido como unilocular de placentación basal.

CAPITULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del proyecto

La finca se encuentra localizada en San Vicente de Pusir, ubicada en el cantón Mira, perteneciente a la provincia de Carchi, a sesenta y dos kilómetros al norte de la ciudad de Ibarra; siendo una plantación con 11 años, que registra una producción y cosechas estables.

Altitud: 1.760 msnm.

Temperatura promedio: 23°C.

Precipitación anual: 300 mm.

3.2. Materiales

- 10 Apiarios
- 2 trajes de apicultura
- 2 Pares de guantes
- Botas
- Ahumador
- Mascaras protectoras
- Pinza o palanca para manejo de cuadros
- Cepillo para desabejar
- Cera estampada
- Piqueras
- Cámara de fotos
- Computadora
- Libros y artículos referentes al tema
- Linternas
- Camión para el transporte de los apiarios
- Herbicida sello verde (Sencor)

- Cuaderno de notas
- Microscopio
- Cuerdas

3.3. Aspecto metodológico

3.3.1. Fuentes de información primaria:

Visitas a apicultores y personas que trabajen o tengan experiencia con el método a utilizar en este proyecto de investigación.

3.3.2. Fuentes de información secundaria:

Textos, revistas, documentos, artículos a fines y tesis realizadas que tengan cierto grado de relación con el tema.

3.4. Unidades experimentales

El fruto tema de estudio es el aguacate (*Persea americana* L.) de la variedad fuerte del tipo Guatemalteco.

La plantación en el momento del estudio tenía 11 años de producción constante, a la que se le practican labores de manejo y mantenimiento periódicas, la fertilización al suelo se realiza dos veces al año, mientras que las fertilizaciones foliares de cuatro a cinco veces por año; además se cultiva bajo riego en épocas de verano; por otra parte las podas se realizan cada año, el control de parásitos cada tres meses mientras que el control de malezas cada dos meses.

Durante el desarrollo de la presente investigación estas prácticas culturales y sanitarias no cambiaron para no afectar los resultados del estudio, sin embargo es importante resaltar que durante el tiempo en el que fue llevada la investigación no se registraron precipitaciones en la zona, lo que forzó a mantener la plantación únicamente bajo riego.

Para empezar, se tomaron 800 árboles al azar en un área delimitada, los cuales nunca estuvieron expuestos a la acción de las abejas, para posteriormente nos referiremos a sus históricos de producción. Se procedió a la colocación de 10 apiarios en el lugar, dejándolos instalados allí por un lapso de ocho meses, durante los cuales se realizó un seguimiento frecuente para evaluar la acción polinizadora de las abejas en las plantas, lo cual sería evidenciable mediante la realización de un estudio comparativo de producción.

Otra herramienta que fue utilizada para determinar con mayor precisión el impacto de la polinización cruzada en la plantación, fue el cuadro que hace referencia a la estacionalidad de la producción de aguacate en el Ecuador (Cuadro 2.1), mismo que nos permitió entender y estimar los incrementos y decrementos de producción en relación con los meses en los que se llevo a cabo y se evaluó la investigación.

Fotografía 3.1. Instalación de apiarios en la plantación.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).

Plantación objeto de estudio

Así, este experimento fue ejecutado durante un lapso de tiempo que comprendió los meses de febrero hasta octubre, lo que permitió evaluar los efectos de la polinización natural vs. la polinización dirigida con *Apis mellifera*. Previamente fue necesario la fijación de variables a evaluar, entre las cuales están: el número y tamaño de los frutos, incidencia de mal formaciones de frutos atribuida a la mala polinización de la flor y la presencia de daños físicos en los frutos a causa de insectos.

Estas variables fueron analizadas mediante la tabulación y comprobación visual de los cambios registrados en la plantación tras la implementación de los apiarios, ayudándonos también de una serie de entrevistas con el personal que trabaja en la misma con la intención de corroborar los datos obtenidos a lo largo del proceso.

3.5. Universo y muestra

El universo fue en total de 3000 árboles en 8 hectáreas, (375 árboles/ha), tomando de estos el 26.67% como muestra, es decir 800 árboles.

3.6. Diseño experimental

En el momento de iniciar el experimento se tomó como referencia el 26.67% de los árboles presentes en las ocho hectáreas que fueron seleccionados al azar de entre aquellos que presentaban una edad superior a los ocho años, con la intención de evitar una variación pronunciada en la producción al momento de recolectar los datos, procediendo a marcarlos para su posterior identificación.

Esta tarea, sentó los cimientos que permitió realizar una comparación entre la información arrojada tras la incorporación de apiarios en la plantación y de los efectos que la polinización dirigida con *Apis mellifera* estaba teniendo, versus aquella información ya existente, plasmada en los históricos de producción de la finca, lo que facilitaría determinar la eficiencia, impacto y eficacia que esta técnica alternativa tendría en el cultivo de aguacate (*Persea americana* L.), a más de ayudar a entender la relevancia que los diferentes vectores de polinización tienen en los diferentes cultivos.

Además es importante mencionar que durante la ejecución del experimento no existió restricción alguna para los agentes involucrados en la misma, permitiendo que las flores pudiesen recibir polen transportado por otros insectos así como por el viento como había sido hasta entonces.

Sin embargo cabe recalcar que pese a que en el desarrollo del experimento se intento replicar las condiciones a las que el cultivo fue sometido en años anteriores, esto no pudo ser llevado a cabo a plenitud, pues como es de suponerse existen factores propios de la naturaleza que no pueden ser replicados.

Tal es el caso que en este año las condiciones climáticas fueron adversas, manifestándose con temperaturas mucho más altas que otros años, además, en el lapso que duró el experimento, únicamente se pudo presenciar una sola llovizna, obligando a los trabajadores a mantener la plantación únicamente bajo riego; estos factores son atribuidos por muchos a los cambios climáticos originados a nivel mundial, lo que puede ser corroborado por productores de diversos frutales en muchos países alrededor del planeta.

Otro factor que debe ser mencionado es que es este año se evidenció una acentuada caída de flores de aguacate en todas las regiones del país, lo que dejó a muchos productores prácticamente sin cosechas; suceso que muchos atribuyen a un insecto microscópico procedente de algunas leguminosas que roe el pedúnculo de la flor originando este fenómeno.

Paralelamente a las tareas previamente mencionadas, se procedió a realizar una serie de estudios a la flor del aguacate (*Persea americana* L.), con la finalidad de determinar que parte de la flor era la responsable de generar ciertas sustancias que la volvieran atractiva para que las abejas realicen sus actividades de pecoreo en ella. También podemos decir que este estudio nos permitió determinar el diagrama y formula floral que la flor de aguacate tiene con relación a su morfología y fisiología. Estas actividades fueron realizadas en el laboratorio de botánica de la Escuela Politécnica del Ejército – IASA, con la ayuda de expertos en el tema.

3.7. Técnicas y procedimientos para la recolección de información

3.7.1. Manejo de las colmenas: Después de instaladas las colmenas y durante la evaluación del proyecto, las colmenas, los árboles y demás factores ambientales, fueron revisados cada 15 días durante todo el proceso de floración y fructificación de los aguacates, cuya etapa de desarrollo y maduración dura aproximadamente 4 a 5 meses dependiendo de las condiciones climáticas, para de esta manera determinar su condición

Durante esta etapa, fueron realizadas también una serie de tareas que permitieron mantener el confort dentro de la colmena, sumado a ciertos acondicionamientos requeridos por el colmenar como labores de mantenimiento y recuperación: sustitución de reinas, labores de limpieza en las colmenas, verificación de la incidencia de la humedad resultado de la condensación de la cámara de crías, constatación de ovipostura la postura de las reinas, traslado de cuadros con cría abierta y operculada entre las colmenas.

Adicionalmente hay que indicar que las colmenas fueron alimentadas con jarabe de azúcar en solución 2:1 (azúcar/agua) una vez por mes durante los meses de escasa floración, empleando dos litros por colmena con el objetivo de estimular la ovipostura de la reina.

En las continuas revisiones de las colmenas, se tuvo en cuenta la ovipostura y presencia de la reina además de la presencia de reservas de polen. Al terminar el experimento las 10 colmenas contaban con una población superior a 125000 obreras, con un mínimo de 6 cuadros de cría cada una, condiciones que las hacia aptas para la polinización de la plantación.

Fotografía 3.2. Obreras realizando trabajos de limpieza y revisión de la abeja “Reina”



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

Después que las colmenas tuvieron un tiempo de adaptación que duro aproximadamente 20 días, se realizó una supervisión durante los días de floración y fructificación de los árboles de aguacate con la finalidad de evaluar la evolución de la floración dentro del cultivo, y de esta forma poder elegir el mejor momento de su floración para llevar a cabo los procedimientos previamente mencionados.

Fotografía 3.3. Primeros brotes de floración del aguacate.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

El tiempo que comprende la fase de floración conjuntamente con la de fructificación del aguacate, considerando las condiciones climáticas presentes en la región, es de aproximadamente 6 a 7 meses, lapso aproximado de tiempo

en el que se llevaron a cabo las tareas y procedimientos que nos permitieron medir los efectos de la polinización en la plantación.

3.7.2. Observación de agentes polinizadores: Durante el tiempo que duro el estudio, se realizó una observación a campo abierto durante las visitas hechas al cultivo, para establecer un mínimo de agentes polinizadores silvestres que con mayor incidencia frecuentaron las flores durante el proceso investigativo.

3.7.3. Datos de producción total del cultivo: Es importante resaltar que la finca donde se realizó el experimento, fue elegida porque contaba con un histórico de datos de producción recolectados antes de iniciar el experimento, lo que facilitaría comparar aquellos datos arrojados tras la instauración de las colmenas en la plantación.

3.7.4. Característica de la unidad en estudio:

Las colmenas de abejas que fueron introducidas en el cultivo son de origen híbrido, fruto del cruzamiento de distintos ecotipos que fueron introducidos desde Europa y África y también de ecotipos de América del Norte.

Se introdujeron 10 colmenas de abejas (*Apis mellifera*), con alza, con reina no mayor a los tres meses. Ya instadas dentro del cultivo, se ubicaron frente al cultivo a una distancia aproximada de 8 metros, separadas unas de otras a 2 metros de distancia entre sí, esto para prevenir algún accidente a los trabajadores o vecinos al área de instauración del colmenar.

Fotografía 3.4. Instalación de apiarios en la plantación.



Elaborado por: García, Sebastián (2009).
Plantación objeto de estudio

Como dato importante podemos resaltar que el lugar donde se instalaron las colmenas fue seleccionado por cumplir con ciertas características técnicas tales como el hecho de estar en un lugar cercano a una fuente constante de agua, tener una buena iluminación durante un prolongado periodo del día, lo que estimularía a las abejas a trabajar más. Estar en un lugar céntrico de la plantación, lo que permitiría una mejor y uniforme polinización por parte de las abejas. Este sitio fue previamente deshierbado y preparado para ser utilizado en la implantación de las colmenas.

Las características del cultivo fueron: cultivo con 10 años de producción constante con variedades de aguacate de la variedad fuerte y hass y otros tipos de cultivos de leguminosas a los alrededores, conjuntamente con vegetación natural propia de la zona.

La variedad utilizada fue la de aguacate Fuerte; el estudio se apoyo más por esta variedad por el hecho de encontrarse en mayor proporción en el cultivo y por tener la mayor demanda a nivel nacional e internacional (Colombia y Perú). La distancia entre árboles es de 5 metros en el marco real con un total de 3000 árboles de aguacate en ocho hectáreas, dejándonos un promedio de 375 árboles por hectárea.

CAPITULO 4. ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

El presente estudio económico financiero desarrollado para la finca productora y comercializadora de aguacate (*Persea americana* L.), contempla el monto de la inversión que se requerirá para la puesta en marcha del proyecto de investigación de polinización dirigida con *Apis mellifera* en la misma, así como su estructura de financiamiento, presentando las proyecciones de los ingresos, gastos, costos, estados de resultados, balances generales y análisis de los indicadores financieros que este tendrá durante su vida económica útil.

4.1. Objetivo:

Determinar la viabilidad y rentabilidad financiera de la puesta en marcha del proyecto en una plantación productora de aguacate.

4.1.1. Objetivos específicos:

- Determinar la vida económica del proyecto.
- Determinar el monto de la inversión requerida, así como la estructura de financiamiento del proyecto.
- Determinar el presupuesto de ingresos, costos y gastos del proyecto.
- Proyectar los estados financieros del proyecto
- Proyectar los flujos de caja y de fondos del proyecto.
- Analizar los indicadores financieros del proyecto.
- Emitir conclusiones y recomendaciones finales, acerca de la rentabilidad del proyecto basado en todos los análisis.

4.2. Vida económica del proyecto:

A continuación se presenta la vida económica que tendrá el proyecto de polinización dirigida con *Apis mellifera* en una plantación de aguacate; este parámetro fue calculado tomando como referencia la vida económica útil del equipo utilizado en su implementación, en relación a la puesta en marcha del mismo.

Cuadro 4.1. Promedio de vida útil de activos fijos.

ACTIVOS FIJOS	CANT	VIDA ÚTIL	PROMEDIO VIDA ÚTIL
Ahumador	1	3	3
Oberol	2	5	10
Velo	2	3	6
Casco	2	5	10
Guantes	2	3	6
Botas	2	3	6
Base de varillas	10	10	100
Tabla de vuelo	10	4	40
Cámara de cría	10	4	40
Marcos de cría	100	4	400
Cámara de producción	10	4	40
Marcos de producción	80	4	320
Entre tapa	10	4	400
Tapa con lata	10	10	100

VIDA ÚTIL PONDERADA

251

1481

VIDA ECONÓMICA

6

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Cuadro 4.2. Gastos indirectos.

CONCEPTO	MONTO
Transporte	350
Alimentación apiarios	38,73
Fertilización foliar, plaguicidas e insecticidas	2400
Mantenimiento y control de los apiarios	261,63
TOTAL GASTOS	3050,36

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

4.3. Monto de inversión del proyecto:

Este, es obtenido del análisis pormenorizado de los recursos financieros para el arranque y desarrollo del negocio, donde se requiere una tabulación ordenada de los diferentes ítems para evidenciar el proceso.

Cuadro 4.3. Inversión del proyecto.

INVERSIONES	TOTAL (\$)
Inversiones Fijas	1175,06
Activos Fijos	1175,06
CAPITAL DE TRABAJO	20908,6
Total Inversiones Fijas + Capital de Trabajo	<u>22083,66</u>

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

En este cuadro se presenta el monto de inversión total que se requiere para la puesta en marcha del proyecto que busca mejorar la productividad de la plantación de aguacate con la ayuda de la polinización dirigida con *Apis melifera*; así como cada una de las cuentas que lo conforman con sus respectivos montos y detalles.

Cuadro 4.4. Monto de inversión.

INVERSIÓN		
	MONTO	PORCENTAJE
APORTE SOCIOS	\$22083,66	100%

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

4.4. Capitalización mínima y selección de alternativas de financiamiento:

Aquí se pretende determinar principalmente el monto de los fondos necesarios requeridos para que los ingresos puedan financiar los egresos de fondos del proyecto (como lo mínimo deseable tener el punto de equilibrio en el arranque) y luego, en base a las condiciones particulares y concretas del mismo, establecer cuánto se financiara con recursos propios y cuánto con externos:

Cuadro 4.5. Porcentajes de capitalización.

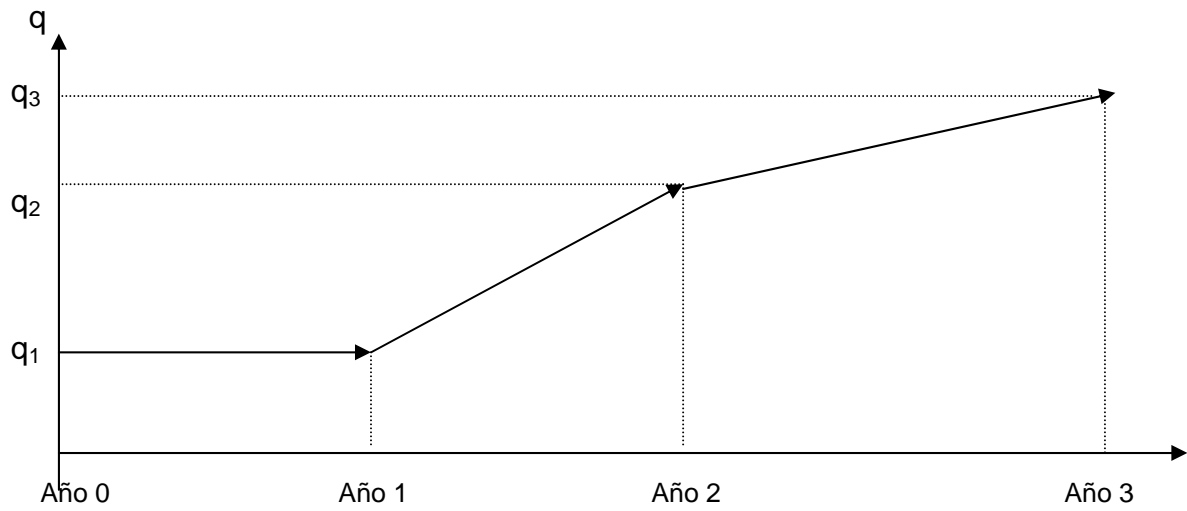
CONCEPTO	PORCENTAJE
% de la inversión pre-operacional sobre la inversión inicial	5.32 %
% de los costos y gastos de operación sobre la inversión inicial	19.13%
% de la inversión inicial de capital sobre la inversión inicial	75.55%
% de inversión del primer período (primer mes)	94,68%

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

4.5. Proyección de ingresos:

En este cuadro se presentan los ingresos proyectados que en concepto de incremento de producción obtendría el proyecto, así como el precio de venta estimado para el producto a lo largo de los próximos tres años.

Gráfico 4.1. Proyección de ingresos.



q: Producción.

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Cuadro 4.6. Proyección de ventas anuales de kilogramos de aguacate.

Proyección Vtas.	Kilogramos ESTIMADOS VENTAS	TOTAL VENTAS ANUAL
Ventas año # 1	80565	\$81370,65
Ventas año # 2	96678	\$87010,2
Ventas año # 3	96830	\$91988,55
		\$260369,40

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Cuadro 4.7. Proyección de la demanda a cubrir.

CAPACIDAD INSTALADA EN kg	100000		
Capacidad instalada en kg para producción y comercialización aguacate	80565	96678	96830
<i>Ocupación</i>	80,57%	96,68%	96,83%
Proy. Vtas. Por Kg de aguacate	\$81370,65	\$87010,2	\$91988,55
Ventas Mercados Mayoristas	\$65096,52	\$69608,16	\$73590,84
Ventas Mercados Minoristas	\$16274.13	\$17402.04	\$18397,71
Precio Mercados Mayoristas	\$1,01		
Precio Mercados Minoristas	\$0,90		
Costos Directos por Kilogramo de aguacate	\$0,54		

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

A continuación se presenta el cuadro de amortización del crédito y el cuadro de depreciación mediante el cálculo del método de línea recta, en el cual se muestra como se recupera la inversión aplicada sobre los activos fijos.

Cuadro 4.8. Depreciación.

ACTIVO	AÑO COMPRA	0	1	2	3	4	5
Maquinaria	0		\$235,01	\$235,01	\$235,01	\$235,01	\$235,01
TOTAL			\$235,01	\$235,01	\$235,01	\$235,01	\$235,01

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

4.6. Estados financieros:

Los estados financieros que serán presentados posteriormente nos permitirán realizar evaluaciones para la toma de decisiones de carácter económico así como la planeación de procesos internos.

4.6.1. Estado de pérdidas y ganancias proyectado:

El Estado de Pérdidas y Ganancias Proyectado nos ayuda a determinar la utilidad neta esperada para cada año, así también como los ingresos y gastos en que incurre la empresa como resultado de su gestión.

Cuadro 4.9. Estado de pérdidas y ganancias proyectado.

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PROYECTADO

(cifras en USD)

	0	1	2	3
INGRESOS/COMERCIALIZACIÓN DE AGUACATE		\$81370,65	\$87010,2	\$91988,55
Costos Directos por producción		\$43279,44	\$43279,44	\$43279,44
UTILIDAD BRUTA		\$38091,21	\$43730,76	\$48709,11
Gastos Adm. y de Ventas		\$3050,36	\$3050,36	\$3050,36
Depreciaciones		\$235,01	\$235,01	\$235,01
UTILIDAD DEL EJERCICIO		\$34805,84	\$40445,39	\$45423,74
Participación de trabajadores		\$1200	\$1300	\$1400
UAI - UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$33605,84	\$39145,39	\$44023,74
Impuesto de Renta		\$9894,16	\$11002,08	\$11977,75
UTILIDAD NETA		\$23711,68	\$28143,31	\$32045,99
Reserva Legal		\$2371,17	\$2814,33	\$3204,60
Reparto de utilidades socios		\$10670,26	\$12664,49	\$14420,70

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Este cuadro nos muestra que la empresa presenta una utilidad neta positiva en todos los años, por tal razón la permanencia en el mercado podría ser estable, además nos indica el margen bruto es aceptable. Se puede decir también que la utilidad neta del primer año es considerable, pero a medida que va pasando los años existe un incremento razonable.

4.6.2. Flujo de caja proyectado:

El flujo de efectivo nos permite determinar el movimiento del efectivo, el cual se encuentra proyectado para tres años; es decir, las entradas (ingresos) y las salidas (egresos). La proyección del flujo de caja constituyó el elemento más importante para este estudio, ya que la evaluación del mismo se efectuará sobre los resultados que en ella se determinen.

Cuadro 4.10. Estado de flujo efectivo proyectado.

FLUJO DE EFECTIVO POR ACTIVIDADES DE OPERACIÓN	0	1	2	3
EFFECTIVO RECIBIDO DE CLIENTES		\$81370,65	\$87010,20	\$91988,55
Ventas por productos		\$74589,76	\$86540,24	\$91573,69
Cobro de Cuentas pendientes		\$6780,89	\$7250,85	\$7665,71
(-) EFFECTIVO PAGADO A PROVEED.		\$ 60623,92	\$ 61731,88	\$ 62707,51
Costos directos por producción		\$43279,44	\$43279,44	\$43279,44
Gastos Administrativos y de Ventas		\$3050,36	\$3050,36	\$3050,36
Insumos pendientes de pago		\$4400	\$4400	\$4400
Impuesto a la renta pagado		\$9894,16	\$11002,08	\$11977,75
A (=) EFECT. NETO ACTIV. DE OPERAC.	\$0	\$20746.73	\$25278.32	\$29281.04

FLUJO DE EFECTIVO POR ACTIVIDADES DE INVERSIÓN				
EFFECTIVO VENTA ACT. FIJOS Y FROS	\$0	\$0		
(-) EFFECTIVO PAGADO POR:	\$23258,72	\$0		
Inversiones en Activos Fijos	\$1175,06			
Invers. Intang.- Protot.- Preoperativos	\$22083,66			
B (=) EFECT. NETO ACTIV. DE INVERS.	(\$23258,72)	\$0	\$0	\$0
Aporte capital de socios	\$22083,66			
C(=)Efectivo. Neto Actividades Fin.	\$22083,66			
FLUJO DE EFECTIVO NETO TOTAL A+B+C	(\$1175,06)	\$20746.73	\$25278.32	\$29281.04
EFFECTIVO AL INICIO DEL PERIODO	\$0	(\$1175.06)	\$19571.67	\$44849.99
EFFECTIVO Y EQUIVALENTES FINAL	(\$1175,06)	\$19571.67	\$44849.99	\$74131.03

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

En el cuadro 4.10 se presenta un flujo de caja proyectado para tres años, el cual muestra los ingresos generados anualmente; siendo importante la diferenciación de los ingresos que se presentan en el flujo de caja, de los ingresos que se proyectaron.

El saldo final de caja del primer año es negativo, pero en los siguientes años se evidencia la aparición de valores positivos, que consecuentemente harán que el proyecto cuente con la liquidez suficiente que le permitirá cubrir con sus obligaciones.

4.6.3. Balance general proyectado:

El Balance general nos muestra la situación de la empresa en un período de tres años a los que se proyecta. Este cuadro nos presenta cuáles son sus activos, pasivos y capital contable con que cuenta la empresa, además de su situación financiera, es decir, que se tiene, que se debe y que se debe pagar.

Cuadro 4.11. Balance general proyectado.

ACTIVOS	0	1	2	3
Efectivo y Equivalentes	(\$1175,06)	\$19571.67	\$44849.99	\$74131.03
Cartera por venta de productos	\$0	\$19283.28	\$20185,16	\$18860,53
Maquinaria	\$1.175,06	\$1.175,06	\$1.175,06	\$1.175,06
(-) Deprec.	\$0	\$235,01	\$470,02	\$705,03
Activos diferidos	\$22083,66	\$14722,44	\$7361,22	\$0
TOTAL ACTIVOS	\$22083,66	\$54517.44	\$73101.41	\$93461.59

PASIVOS				
Utilidades por pagar a socios	\$0	\$10670,26	\$12664,49	\$14420,70
Impuestos por pagar	\$0	\$9894,16	\$11002,08	\$11977,75
Inversión Maquinaria	\$1175,06	\$0	\$0	\$0
TOTAL PASIVOS	\$1175,06	\$20564,42	\$23666,57	\$26398,45

PATRIMONIO				
Capital Social - Suscrito y Pagado	\$20908,60	\$20908,60	\$20908,60	\$20908,60
Utilidades para futuras capitalizaciones	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidades Retenidas del período	\$0	\$10670,26	\$23334.75	\$37755.45
Reservas acumuladas	\$0	\$2374,16	\$5191,49	\$8399,09
TOTAL PATRIMONIO	\$20908,60	\$33953.02	\$49434.84	\$67063.14
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	\$22083,66	\$54517.44	\$73101.41	\$93461.59

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Cuadro 4.12. Flujo de caja neto del inversionista.

	0	1	2	3
INGRESOS/COMERCIALIZACIÓN AGUACATE		\$43279,44	\$43279,44	\$43279,44
Costos Directos por productos		\$43279,44	\$43279,44	\$43279,44
UTILIDAD BRUTA		\$3050,36	\$3050,36	\$3050,36
Gastos Adm. y de Ventas		\$3050,36	\$3050,36	\$3050,36
Depreciaciones		\$235,01	\$235,01	\$235,01
UTILIDAD DEL EJERCICIO		\$1200	\$1300	\$1400
Participación de trabajadores		\$1200	\$1300	\$1400
UAI - UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$9894,16	\$11002,08	\$11977,75
Impuesto de Renta		\$9894,16	\$11002,08	\$11977,75
UTILIDAD NETA		\$23711,68	\$28143,31	\$32045,99
(+) Depreciaciones		\$235,01	\$235,01	\$235,01
FLUJO DE CAJA BRUTO		\$23946,69	\$28378,32	\$32281
(-) Inversión en Capital de trabajo	(\$20908,60)			
(-) Inversión en Activos Fijos netos	(\$1175,06)			
(+) Valor Rescate activos				
FLUJO DE CAJA NETO DEL INVERSIONISTA	(\$22083,66)	\$23946,69	\$28378,32	\$32281

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

CAPITULO 5. EVALUACIÓN

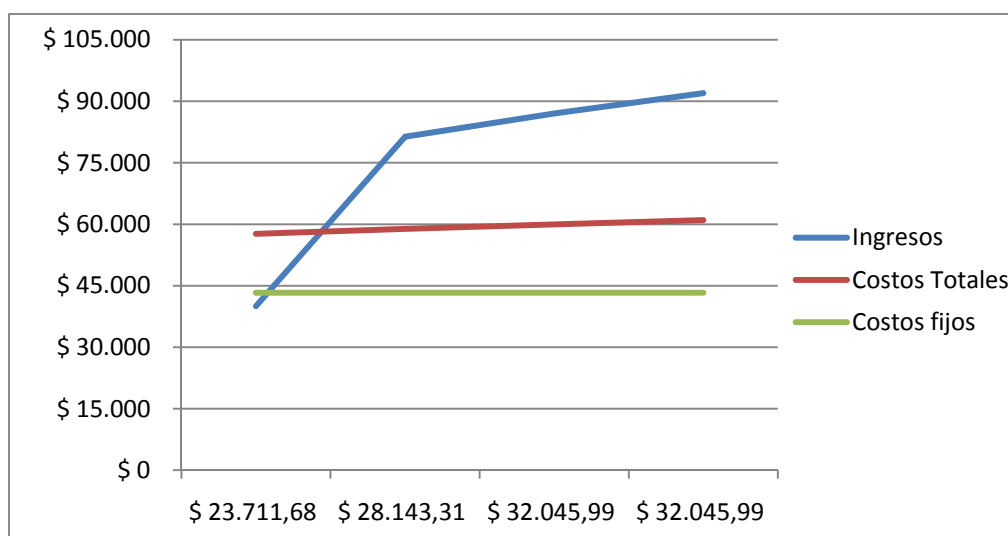
5.1 Punto de equilibrio:

El objetivo que este tiene es determinar la producción mínima que debe generarse, como para cubrir los costos fijos y los ingresos correspondientes para tal efecto, valores que deben ser considerados como el límite inferior a controlar por la gerencia, con el fin de no entrar en problemas financieros (pérdidas) y realizar la toma de decisiones oportuna.

El punto de equilibrio de ingresos por ventas, determina la cantidad mínima para no perder y el ingreso correspondiente, los factores que intervienen son los costos y gastos fijos totales, los ingresos por ventas netos y los costos variables totales, de acuerdo a las siguientes ecuaciones financieras.

Para lograr los valores de equilibrio de ingresos por ventas y de la cantidad en condición de equilibrio para cada período, se debe preparar la información extraída del flujo de fondos de efectivo.

Gráfico 5.1. Punto de equilibrio.



Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

La cantidad requerida mensual de kilogramos de aguacate con un beneficio igual a cero es de 57088 kilogramos, lo que representa un número inferior 80565 kilogramos que serán producidos en el primer año de operación, por lo cual, la producción se encuentra dentro del punto de equilibrio y por ende es factible.

5.2 Evaluación del proyecto:

“La evaluación financiera es la parte final de toda la secuencia del estudio de factibilidad del proyecto, en el que se ha encontrado en la polinización dirigida, una alternativa potencial que permita incrementar la productividad de la plantación, logrando determinar los costos y la inversión necesaria para llevarlo a cabo, y donde se han señalado también las probables utilidades que el proyecto arrojaría. Por tanto, el objeto de la evaluación financiera será demostrar que el proyecto será económicamente rentable.

Para este fin se utilizarán los índices de retorno más importantes para evaluar el proyecto”*.

- Periodo de Recuperación del Capital
- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Relación Beneficio/Costo (B/C)

5.3. Período de recuperación del capital

El periodo de recuperación de la inversión es el plazo o período de capital (tiempo) en que tarda en recuperarse la inversión inicial, basándose en los flujos que genera en cada período de su vida útil.

* LARA, J. 2003 “Administración Financiera, introducción a la toma de decisiones en el corto y largo plazo”, Editorial Pearson, Primera Edición. p. 90.

Cuadro 5.1. Período de recuperación del capital.

**PERIODO RECUPERACIÓN
INVERSIÓN (PRI)**

	0	1	2	3
FLUJO DE CAJA NETO	(\$22083,66)	\$23946,69	\$28378,32	\$32281
VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS	(\$22083,66)	\$23946,69	\$28378,32	\$32281
VALOR PRESENTE ACUMULADO	-\$22083,66	\$1863,03	\$30241,35	\$62522,35
INTERPOLANDO (PRI)	1,1081 AÑOS			

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

El desembolso de efectivo inicial o inversión total del proyecto es de \$ 2083,66, además se puede observar en el flujo de caja proyectado en el primer año es de (\$1175,06), y que el flujo neto generado en el primer año es de (\$22083,66); con estos datos podemos concluir que la inversión total del proyecto se recuperará en un período de 1 año, 10 meses y 24 días.

5.4. VAN (Valor Actual Neto)

Cuando se realiza una inversión de capital se espera obtener un retorno de la inversión, de tal manera que, al cabo de un tiempo se recupere el capital invertido y, posteriormente, éste se incremente en forma indefinida.

En este sentido; el valor actual neto de una inversión inicial, se define como el valor presente que tendría un capital invertido al cabo de un período, por los ingresos netos que se obtendrán en cada período, aplicando a dichos ingresos netos una tasa de descuento.

Para aceptar o rechazar el presente proyecto, bajo este criterio de evaluación, se aceptará el proyecto si su valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero.

Cuadro 5.2. Valor actual neto.

	0	1	2	3
FLUJO DE CAJA		\$ 23946,69	\$ 28378,32	\$ 32281
TASA DE DESCUENTO		14,20%	14,20%	14,20%
INVERSIÓN INICIAL	(\$ 22084)			
V.A	\$ 51099			
V.A.N	\$ 42320			

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Tal como se puede observar en el cuadro 5.2, se obtiene como resultado un VAN de \$ 42320, considerando una tasa de descuento del 14.20% y un período de tres años. Como podemos ver el saldo es mayor a cero, es decir, es positivo, por lo tanto el proyecto posee una buena rentabilidad.

5.5. Costo ponderado de capital:

El C.P.K., representa el costo de todo el financiamiento del proyecto el cual se presenta en un porcentaje.

Cuadro 5.3. Costo ponderado del capital.

Costo Ponderado del Capital (C.P.K.):		14,20%	Incluido 5% de Riesgo
	MONTO	COSTO	COSTO TOTAL
APORTE SOCIOS	\$22083,66	8,00%	\$2870,88
CRÉDITO DE PROVEEDORES	\$0	0,00%	\$0
TOTAL	\$22083,66		\$2870,88

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

5.6. TIR (Tasa Interna de Retorno)

Es la tasa de descuento o de interés que hace que el VAN sea cero. El TIR es la tasa de descuento frente a la cual, la decisión de realizar la inversión en el proyecto, es indiferente respecto de otras alternativas que arrojen iguales rendimientos. En otras palabras, es la tasa de rentabilidad del proyecto,

comparando (llevando a un mismo tiempo) los flujos periódicos de fondos (ingresos y egresos) con las inversiones que se requiere.

Es necesario recordar que mientras más alta sea la TIR, el negocio se presenta más rentable.

Cuadro 5.4. Tasa interna de retorno.

	0	1	2	3
FLUJO DE CAJA	(\$ 22083,66)	\$ 23946,69	\$ 28378,32	\$ 32281
TASA DE DESCUENTO		14,20%	14,20%	14,20%
TIR	106%			

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

De igual forma como se procedió para el cálculo del VAN considerando el flujo del proyecto, también se consideró las mismas condiciones para el cálculo del TIR, obteniendo como resultado que la TIR para este proyecto es de 106%, esta tasa es mayor que el costo de capital del proyecto, con el cálculo de este índice podemos concluir que el proyecto se debería aceptar

5.7. Relación Beneficio/Costo (B/C):

La relación beneficio/costo nos indica cuánto dinero recibe la empresa por cada dólar invertido, siendo indispensable que el índice sea mayor a 1.

Para este proyecto la relación beneficio/costo es de \$1.46. Como se puede observar este valor es mayor a 1, lo cual nos indica que por cada dólar invertido en la empresa, recibimos \$0.46 adicional, esto quiere decir que es recomendable invertir en el proyecto.

Cuadro 5.5. Relación beneficio/costo.

	0	1	2	3
FLUJO DE CAJA		\$ 23946,69	\$ 28378,32	\$ 32281
TASA DE DESCUENTO		14,20%	14,20%	14,20%
INVERSIÓN INICIAL	(\$22083,66)			
RELACIÓN B/C	\$1,46			

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

5.8. Análisis de sensibilidad

Este análisis tiene como finalidad, realizar simulaciones ficticias en base a la variación de ciertas variables de riesgo para el proyecto; mismas que permitirán visualizar escenarios pesimistas, moderados y optimistas que pueden presentarse al modificar las variables, ayudándonos a hacer un análisis de las posibles medidas o soluciones que podríamos tomar para prevenirlas o minimizarlas.

Cuadro 5.6. Análisis de sensibilidad.

Resumen de escenario			
	VALORES ACTUALES:	OPTIMISTA	PESIMISTA
Celdas cambiantes:			
P.V. Aguacate M. Mayoristas	\$1.01	\$1,26	\$0,76
P.V. Aguacate M. Minoristas	\$0,90	\$1,13	\$0,67
Celdas de resultado:			
TIR	106%	111.3%	10%
CPK	14,20%	14,20%	14,20%
VA	\$ 51099	\$ 53654	\$ 4599
VAN	\$ 42320	\$ 44436	\$ -500
B/C	\$1,46	\$ 1,83	\$ 1,10

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Para los escenarios planteados se ha considerado una variación de aumento y disminución equivalente al 25% en el precio de venta por kilogramo de aguacate.

Es así, que en el escenario pesimista los resultados arrojados fueron de un TIR del 10%, con un VAN de (\$500), arrojándonos en la relación beneficio/costo un valor de \$1,10; por otro lado, utilizando el escenario optimista se puede evidenciar que la TIR es de 111,3%, con un VAN de \$ 44436 y una relación beneficio/costo de \$1,83.

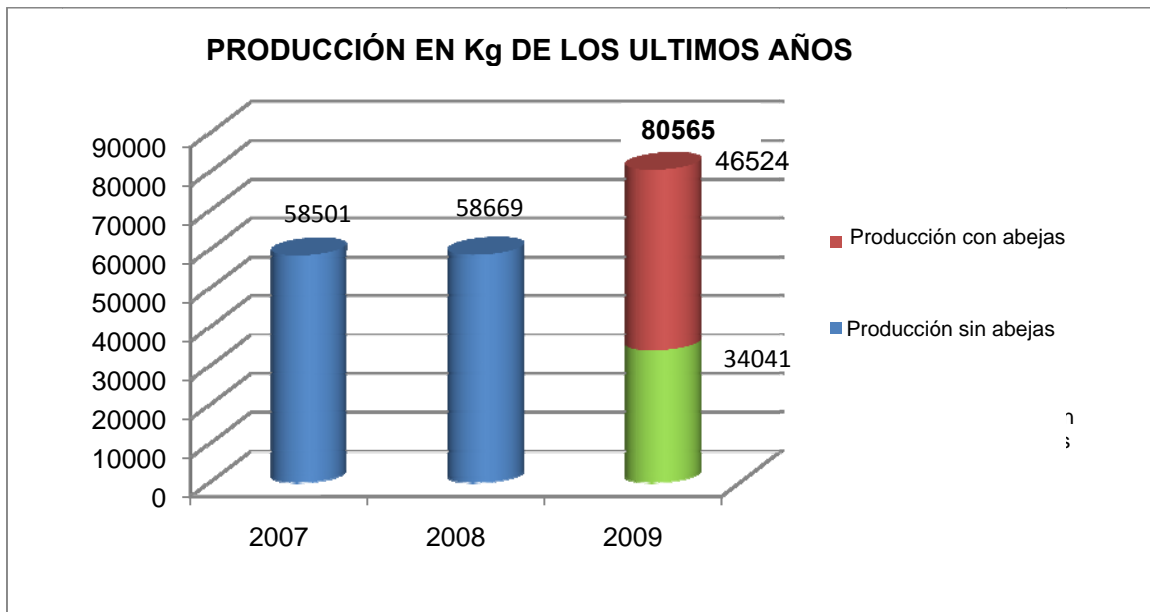
CAPITULO 6. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Se puede decir que el pico de producción en el cultivo de aguacate ocurre a partir del noveno año hasta el dieciochoavo año de vida de la planta; luego del cual, la producción tiende a decaer. Esto permite concluir que los resultados que se describen a continuación son causados por el efecto directo de la polinización dirigida con abejas.

La introducción de colmenas de abejas *Apis mellifera*, con presencia del híbrido africanizado y su utilización como agente polinizador produjo incrementos significativos en la producción del cultivo (cantidad de frutos recolectados) y en la calidad de los frutos.

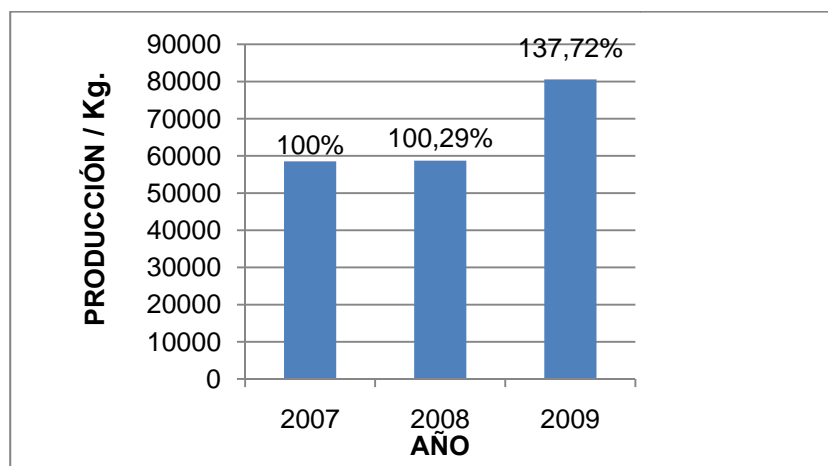
Es así que la producción total incrementada fluctuó en valores cercanos al 38% anuales, pese a que el experimento fue realizado únicamente en los siete últimos meses del año 2009, y que además, este fue considerado como un año sumamente irregular ya que durante este período, las precipitaciones fueron prácticamente nulas registrándose una sola llovizna en el lugar, lo que obligó a los agricultores a mantener la plantación estrictamente bajo riego, también es necesario mencionar que en todo el país se evidenció una caída generalizada de flor de aguacate lo que trajo como consecuencia que muchos productores pierdan parcialmente sus cosechas; sin embargo y pese a estos factores, la producción en la propiedad donde se llevo a cabo el experimento paso de un promedio cercano a los 4882 kg/ha mensuales a uno que bordeaba los 6714 kg/ha por mes.

Gráfico 6.1. Producción de la plantación de los últimos años.



Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Gráfico 6.2. Porcentaje de incremento en la producción por año.



Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Logrando de esta manera, mejorar la productividad del cultivo a tal punto que los valores que se llegaron a registrar estén próximos a lo que, según la CORPEI (2001) el aguacate, con un adecuado manejo debería alcanzar en el Ecuador.

Cuadro 6.1. Comparativo de productividad del aguacate.

Productividad promedio en Países tecnificados	Valor
Rendimiento t/ha monocultivo en plantas jóvenes (4 años)	1,1
Rendimiento t/ha monocultivo	19,3
Rendimiento t/ha cultivos asociados	8,6
Rendimiento monocultivo Frutos/Planta/mes en plantas jóvenes (4 años)	37
Rendimiento monocultivo Frutos/Planta/mes	262
Rendimiento cultivo asociado Frutos/Planta/mes	114

Productividad promedio en Ecuador	Valor
Rendimiento t/ha monocultivo	3,6
Rendimiento t/ha cultivos asociados	0,5
Rendimiento monocultivo Frutos/Planta/mes	7
Rendimiento cultivo asociado Frutos/Planta/mes	49

Productividad promedio de la plantación	Valor
Rendimiento t/ha antes del experimento	2,3
Rendimiento t/ha después del experimento	3,15
Rendimiento Frutos/Planta/mes antes del experimento	31
Rendimiento Frutos/planta/mes después del experimento	42

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

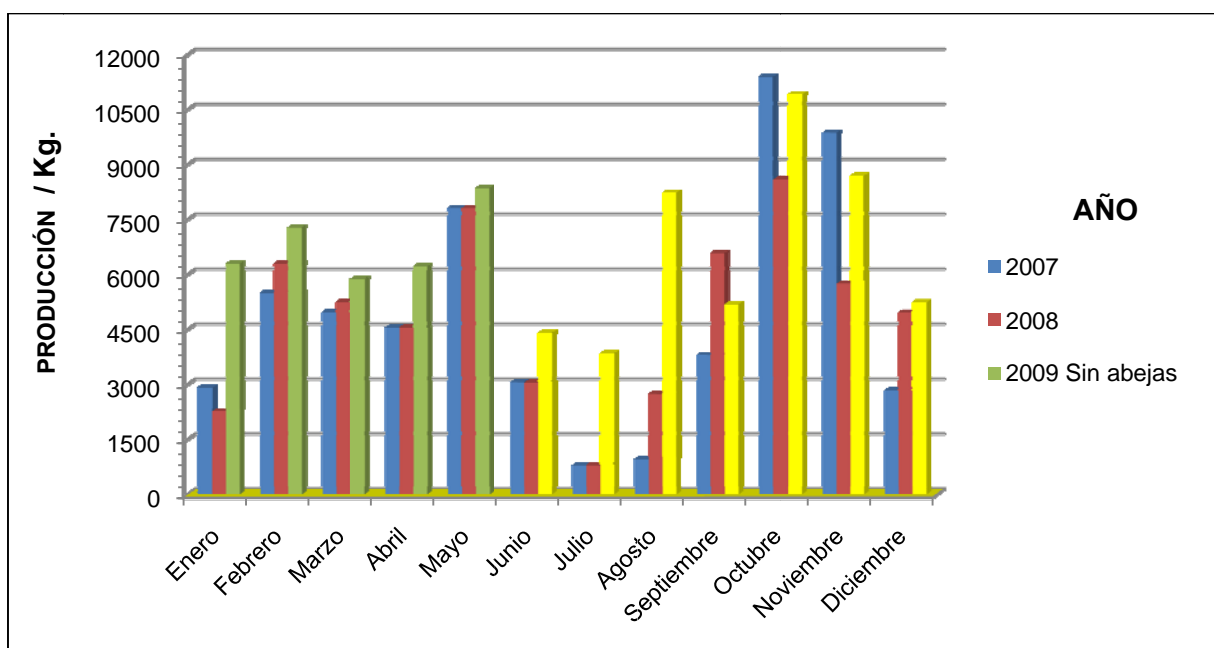
Valores que pese a los intentos para incrementarlos, reflejan una lamentable realidad de nuestro país que a pesar de todos los factores y recursos de los que se dispone, no se ha logrado tener la capacidad de aprovecharlos para

ponernos a la par con países más tecnificados, cuyos gobiernos y productores no han escatimado recursos para el mejoramiento genético de sus variedades, ni para proyectos de investigación, que les permitan ser verdaderamente eficientes a la hora de producir y abastecer los diversos mercados de una manera eficiente.

Sin embargo, con este experimento se logró evidenciar que la productividad en el cultivo, previo a la introducción de las abejas, oscilaba en una producción de 6,1 Kg/árbol equivalente a unos 31 frutos mensuales, valor que sufrió un notable incremento tras la implantación de los apiarios, donde el rendimiento alcanzó valores de 8,4 Kg/árbol, es decir, aproximadamente 42 frutos por planta al mes, lo que representa un incremento en el número de frutos mensuales equivalente al 26,2%, lo que al término del año se tradujo en una sobreproducción del 37,72% en relación a los años anteriores (Gráfico 6.2).

Este incremento se encuentra por debajo del rango suscrito por La Secretaría de Desarrollo de Tolima (Tabla 2.3), que reporta un 70% de incremento anual en cultivos similares, lo que es atribuible a que el experimento se realizó únicamente en los últimos siete meses del presente año, sin dejar de mencionar que estos meses son los de menos producción si nos basamos en el comportamiento estacional del aguacate en el Ecuador (Cuadro 2.1).

Gráfico 6.3. Comparación de la producción (kg/mes) del cultivo antes y después de la introducción de las abejas.



Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Otro dato importante que arrojó este estudio fue las pequeñas diferencias en el promedio de peso por fruto obtenidos antes y después, puesto a que al iniciar el experimento se procedió a sacar el peso promedio de 20 frutos mismos que se formaron exentos de la acción polinizadora de las abejas, y una vez terminado el proceso se realizó el mismo procedimiento, esto con la finalidad de comparar el peso promedio de los frutos en la plantación, los cuales inicialmente pesaron en promedio 397,2 g con respecto a los frutos bajo la acción polinizadora que pesaron 411,9 g.

Estos resultados, comparados con el cuadro 2.6, permitieron determinar el promedio porcentual que los frutos tenían respecto a su clasificación por peso antes y después de la introducción de los apiarios en la propiedad.

Cuadro 6.2. Clasificación porcentual del aguacate por peso.

TIPO	Peso Unitario (g)	2008 (Sin abejas)	2009 (Con abejas)
De primera	> de 350	60%	58%
De segunda	250 - 350	25%	29%
De tercera	< de 250	15%	13%

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Lo que refleja la existencia de un pequeño decremento en el porcentaje de frutos clasificados como de tercera, posibilitando al productor, ofertar una mayor cantidad de producto de mejor calidad, a mercados considerados como más exigentes, incrementando de esta manera sus márgenes de ganancia.

Para contrastar de mejor manera lo anteriormente dicho, es factible señalar que durante el período productivo sin abejas se obtuvo una producción promedio mucho más baja (58585 Kg/año), en comparación con los períodos de adaptación y estabilización de las colmenas en su nuevo hábitat (gráfico 6.3); y más aún, de aquel período en el que la acción polinizadora pudo ser evidenciada en plenitud, permitiendo obtener una producción promedial anual de 80565 Kg.

Cuadro 6.3. Comparación de Producción en Kg.

Comparación de Producción en kg. de los Últimos Años			
	2007	2008	2009
Enero	2919	2268	6300
Febrero	5502	6300	7287
Marzo	4977	5250	5880
Abril	4557	4557	6216
Mayo	7812	7812	8358
Junio	3066	3045	4410
Julio	798	798	3843
Agosto	966	2751	8232
Septiembre	3801	6589	5187
Octubre	11398	8589	10920
Noviembre	9870	5754	8694
Diciembre	2835	4956	5238
Sumatoria kg.	58501	58669	80565

Elaborado por: GARCÍA, Sebastián (2009).

Es importante indicar a lo largo del período de adaptación y estabilización de las colmenas en su nuevo hábitat, las condiciones de manejo de las colonias deben ser las mejores a fin de obtener mayores y mejores rendimientos con el proceso de polinización dirigida.

Transcurrido un tiempo aproximado entre 4 y 5 meses, donde los efectos de la polinización dirigida se hacían visibles en las cosechas semanales, fue evidente la existencia de una mayor homogeneidad en los frutos, lo que es considerado como una mejora importante en la calidad de los mismos; otro indicador de calidad que se apreció fue la disminución de daños físicos ocasionados por insectos, lo que sería sustentado por un estudio realizado por la Universidad de Wurzburg (Alemania), que explica que a más del importante papel que la abeja tiene en el proceso de polinización, esta cuenta también con la particularidad de actuar como un agente protector de las plantas y flores al evitar que estas sean devoradas por ciertos animales, ya que según lo explicado en el estudio, el sonido emitido de las alas de estos insectos

espantaría a las orugas de los alrededores, quienes se alimentan de ellas, lo que ayudo a reducir los costos por el concepto de controles fitosanitarios en el cultivo.

Otro hecho importante que se suscito a consecuencia de este estudio fue la disminución en las malformaciones del aguacate (alargamiento), hecho que es atribuido a la mala polinización de la flor o simplemente al no cuajado de ella, factor que es muy común en nuestro país y en todo el mundo en general, consiguiendo una reducción a un 4% de un porcentaje inicial que bordeaba el 16% del problema en la plantación.

En cuanto al análisis económico se realizó una proyección a tres años, teniendo en cuenta los costos de producción del cultivo, la compra e implantación de las colmenas, los ingresos obtenidos por la producción de aguacate, así como aquellos considerados como imprevistos y gastos extras, procediendo a calcular la relación beneficio/costo, llegando a la conclusión que el proyecto es sumamente rentable ya que la inversión seria fácilmente recuperable en un lapso de tiempo de 1 año, 10 meses y 24 días, luego de los cuales la relación beneficio/costo del proyecto nos daría un índice de retorno de \$0,46 por cada dólar de inversión realizado.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES

- La polinización dirigida en la plantación de aguacate, permitió que el número de flores polinizadas de incremento en aproximadamente un 38%, lo que reflejó una mayor productividad al momento de la cosecha, lo que significó el ingreso de mayores réditos económicos para el dueño de la misma.
- La implementación de esta alternativa productiva contribuyó a que el número de frutos mal formados se reduzcan de un valor inicial que oscilaba el 16% a uno cercano al 4%, sin dejar de lado que la incidencia de insectos que atacan a estos frutales se vio considerablemente mermada permitiendo ofertar productos de mejor calidad.
- El número de colmenas y su población no garantiza al apicultor rendimientos satisfactorios si no se tiene en cuenta factores relacionados con su ambiente como la floración, inducción y luminosidad.
- Se realizó una evaluación financiera al introducir 10 colonias de abejas estimando la relación beneficio/costo la cual dio un indicador de \$1,46, que al interpretarlo nos indica, que por cada dólar que se invierte se generan \$0,46 de ingresos por lo tanto la inversión es considerada como potencialmente atractiva.
- Se cree que el mercado de importación del aguacate continuará con una tendencia similar a la de los últimos 8 años, la cual muestra un crecimiento aproximado del 17% a nivel mundial, lo que abre la posibilidad para que el aguacate ecuatoriano encuentre un sitio en el mercado internacional, exigiendo de los agricultores buscar nuevas alternativas que les permitan incrementar su productividad y

competitividad, para lo cual la polinización dirigida se presenta como una de las más adecuadas.

CAPITULO 8. RECOMENDACIONES

- La incorporación de apiarios en una plantación, con el deseo de incrementar su producción debe ir de la mano con un efectivo y constante control de otras plantas que posiblemente atraigan más a las abejas que el mismo aguacate.
- Por el hecho de que el aguacate es poseedor de ciertas características propias que lo hacen menos atractivo para las abejas que otras flores, estudios técnicos han demostrado que es necesario que se implante un óptimo de 2 apiarios por hectárea, que faculten proveer una abundancia de abejas adecuada para arrojar buenos resultados al momento de polinizar de sus flores.
- Durante la etapa de floración es recomendable evitar el uso de insecticidas en la plantación, pues esto sería obviamente contraproducente para las poblaciones de abejas existentes en la misma.
- Con la intención de incrementar aún más la producción del cultivo de aguacate es recomendable que se intercalen arboles de floración tipo A con aquellos de floración tipo B, lo que contribuirá a una mejor polinización dirigida con gran influencia también de una polinización cruzada.
- Es necesario hacer controles periódicos de las colmenas lo que garantice su adecuado funcionamiento y desarrollo, previniendo que estas puedan ser afectadas por factores externos como la invasión por roedores o insectos, deterioro por condiciones ambientales, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- ANACAFÉ, 2004. “Cultivo de aguacate - Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera”.
Disponible en:
www.infoagro.com/frutas/frutastropicales/aguacate/asp.
- ASOAGUACATE, 2005. “El aguacate como una alternativa productiva en las provincias del Carchi e Imbabura de la frontera norte”. Ibarra – Ecuador. p. 4–18.
- CALATAYUD, F. 2003. “Importancia de las abejas melíferas y otros insectos como agentes polinizadores de las plantas cultivadas y silvestres de la comunidad valenciana”.
Disponible en:
http://beekeeping.com/articulos/zaragoza/agentes_polinizadores.htm
- CARVAJAL, O. 2007. “Aguacate, la oportunidad de crecer”
Disponible en:
http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=21&id_art=23
- CHAPMAN, B. 2009. “Como cultivar aguacates”.
Disponible en:
http://www.trans1.motionpoint.net/osh/enes/24/_www_osh_com/Cultures/en-US/Articles/GardenNursery/GrowingAvocados.htm
- Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, 1999. Compendio elaborado para la inspección y certificación de productos alimenticios importados. p. 58.
- ECHEVERRI, R. 1982. “Influencia de la polinización Apícola en el rendimiento de los frutales”. Federación Nacional de Cafeteros. Valle del Cauca - Colombia. CIAT. p. 94–96.
- FREE, J.B. 1986. “Uso de las abejas para la polinización”. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manizales. p. 170.

- GIACINTI, M. 2000. "Visión mundial sobre el consumo agroalimentario. La demanda no fue hacia un mercado único o global". En: Revista, Fruticultura Profesional, 110, (mayo/junio): p. 5-25.
- JONES, S. 1987. "Sistemática vegetal" Segunda edición. México. p. 83–106.
- LA HORA ENCANTADA, 2009. "Zumbido protector". Revista informativa. Quito - Ecuador. p. 2.
- LARA, J. 2003 "Administración Financiera, introducción a la toma de decisiones en el corto y largo plazo", Editorial Pearson, Primera Edición. p. 90.
- MAESSEN, P. 2003. "El cultivo del almendro en Mendoza".
Disponible en:
<http://www.vet-uy.com/articulos/apicultura/050/0022/apic022.htm>
- ORTEGA, J. 1987. "Flora de frutos apícolas y polinización de cultivos". p. 49.
- PEREZ, F.1987. "Ensayo de polinización de cultivos de invernadero: fresa y fresón". Ed. Vida Apícola. Cádiz - España. p. 42-47.
- RALLO, J.B. 1986. Frutales y abejas. Publicaciones de Extensión Agraria, Manual de Agricultura, Madrid - España, p. 231.
- REYES, C. 1999. De la vida de la colmena. La polinización y producción de los cultivos. Apitec Julio/Agosto N° 16. p. 16–23.
- REYES, J Y P. CANO. 2000. "Programa Nacional de Control de la Abeja Africana - Manual de Polinización Apícola". México. p. 4–40.
- RODRÍGUEZ, A. 2008. "La polinización, clave para la diversidad vegetal". El Comercio, Quito - Ecuador. Cuaderno 2, p. 15–16.
- RODRÍGUEZ, L. 2007. "La dicotomía protogínea de sincronización diurna del aguacate".
Disponible en:
[http://isarac.mforos.com/988652/5984001-la-dicogamia-protoginea - sincronizacion- diurna-del-aguacate/](http://isarac.mforos.com/988652/5984001-la-dicogamia-protoginea-sincronizacion-diurna-del-aguacate/)

- SALAMANCA, G. 1997. “Potencial apícola en la productividad y conservación de cultivos y plantas promisorias en el Tolima Colombiano”.

Disponible en:

http://beekeeping.com/articulos/salamanca/botanical_perspectives.htm

- SANCHEZ, C. 2003. “Crianza y Producción de Abejas – Apicultura”, La paz – Bolivia, Editorial Ripalme, Primera Edición, p. 30–57
- Secretaria de agricultura Departamento del Tolima.1997. “La Productividad apícola en el departamento del Tolima”. Artículo. Colombia.
- SECRETARÍA DE DESARROLLO DEPARTAMENTO DEL TOLIMA. 1997. “Incremento en la producción de cultivos comerciales por la polinización apícola”.
- The Guide (The Packers). 2001. “Availability & Merchandasing Guide”.
- VÁSQUEZ, R. y J.E. TELLO. 1995. “Producción apícola”. CORPOICA-ICA. Bogotá – Colombia. p. 127.
- ZARAGOZA, E. 2003, “Árbol sin abejas, árbol sin cosecha y seguimos en pañales contra la Pinyolá”.

Disponible en:

http://beekeeping.com/articulos/zaragoza/arbol_sin_abejas.htm

- FAO, 2001. “El aguacate”. Ecuador
Disponible en: <http://apps.fao.org>
- SICA, 2003. “El Cultivo de Aguacate”. Ecuador.
Disponible en: <http://www.sica.gov.ec>
- USDA, 1999. “La abeja”.
Disponible en: <http://www.aphis.usda.gov>
- WIKIPEDIA, 2001. “La comercialización del aguacate”.
Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Comercializaci%C3%B3n>

GLOSARIO

- **Inflorescencia:** Grupo de flores en uno o más talamos.
- **Trashumar:** Trasladar de un lado a otro en cambio de estaciones.
- **Oclusión:** Cierre completo del canal bucal de una articulación.
- **Prístina:** Antiguo, primitivo, primero.
- **Promisorio:** Que encierra en sí promesa.
- **Ubicuo:** Que está presente a un mismo tiempo en todas partes.
- **UPAs:** Unidades Productivas Agropecuarias.