

## CAPÍTULO 2.

# INCIDENCIA DE LA POLINIZACIÓN DIRIGIDA CON ABEJAS *APIS MELLIFERA* EN EL CULTIVO DE NARANJA



**Foto 3.** Cultivo de naranja en el departamento del Meta, se destaca la abeja *Apis mellifera* en proceso de colecta de alimento en flores de esta especie.

## 2.1 Generalidades

Los cítricos son cultivos permanentes y en general tienen alta adaptabilidad a diversas condiciones climáticas, facilitando su cultivo en un gran número de países. Los mayores productores son Brasil, Estados Unidos, China, México,



España, Argentina y Colombia (puesto 33), participando respectivamente con el 21,4; 14,5; 11,1; 6,2; 5,8; 2,6 y 0,3%.

Colombia presentó una tasa de crecimiento anual del 2,0%, en el periodo de 1990 y 2003, ligeramente por encima del promedio mundial, que se situó en 2,2% y con un rendimiento de 11,5 toneladas por hectárea.

En Colombia y en las zonas tropicales, los cítricos se producen entre 23 °C y 34 °C, con pluviosidades entre 900 y 1.200 mm anuales. La humedad excesiva del aire ambiente y el viento son factores que afectan, no solo la producción, sino los propios árboles. En los Llanos Orientales la cosecha se da en la época de octubre a febrero y de julio a agosto.

La naranja común y valencia que se producen en Colombia, se destinan casi en su totalidad al mercado en fresco y aunque su vocación es servir de insumo para la agroindustria, estas no se ajustan ni en calidad ni en precio.

Las empresas productoras de naranja seleccionadas para el desarrollo de procesos de polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* se encuentran ubicadas en el departamento del Meta en cinco unidades cartográficas, correspondientes a los municipios de Villavicencio y San Martín que se describen a continuación:

- **Unidad 41PVAa:** perteneciente al piedemonte mixto llanero con terrazas originadas de sedimentos finos aluviales, en esta zona el clima fluctúa entre cálido, muy húmedo y húmedo; los suelos son profundos, de texturas moderadamente finas a finas, bien drenados, muy fuertes a extremadamente ácidos, con fertilidad baja y presentan toxicidad por aluminio.
- **Unidad 41PVBa:** perteneciente al piedemonte mixto llanero y a diferencia de la anterior unidad, los suelos van desde profundos a superficiales.
- **Unidad 41RVJaj:** paisaje con terrazas, originado de depósitos mixtos y aluviales, clima cálido húmedo, con suelos de superficiales a moderadamente profundos, texturas medias a moderadamente finas, imperfecta a pobremente drenados, con un grado de acidez fuerte; la fertilidad es moderada pero susceptible a encharcamientos.
- **Unidad 41PVGcd2:** paisaje característico del piedemonte llanero con colinas y lomas, procedente de material parental, el clima es cálido muy húmedo y húmedo; los suelos van de profundos a moderadamente profundos con texturas moderadamente finas a finas, bien drenados, fertilidad baja y muy susceptibles a la erosión.
- **Unidad 41VVCaxy:** perteneciente al vallecito coluvio aluvial, el clima va desde cálido húmedo hasta muy húmedo; los suelos van de superficiales a moderadamente profundos, la textura desde moderadamente gruesa a moderadamente fina; la fertilidad es baja; presenta una ligera toxicidad por aluminio y es muy susceptible a inundaciones y encharcamientos.

## 2.2 Calendario floral e insectos polinizadores

Los resultados obtenidos para los calendarios florales de las empresas productoras de naranja involucradas se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Especies botánicas identificadas y su uso alimenticio para las abejas (néctar y/o polen)

Fuente	Piedemonte llanero	Planicie aluvial
<b>Néctar</b>	<p>Un 27,6% de especies frutales para comercialización como la naranja valencia (<i>Citrus sinensis</i>), el tangelo mineola (<i>Citrus reticulata x Citrus paradisi</i>), la mandarina arrayana (<i>Citrus reticulata</i>) y el limón común (<i>Citrus limonium</i>), con dos épocas de floración al año.</p> <p>Un 6,9% de especies arbustivas como el flor amarillo (<i>Diplotaxis tenuifolia</i>) y el mastranto (<i>Hyptis suaveolens</i>), con dos épocas de floración.</p> <p>Un 6,8% de especies arbóreas, como la tiatilia (spp.) y el cucharo (<i>Clusia discolor</i>), con dos épocas de floración.</p> <p>Un 3,4% de las especies son forrajeras, como el matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>), con dos épocas de floración entre los meses de enero, abril a mayo, agosto a diciembre, la cual es una floración media; y durante los meses de febrero a marzo, junio a julio, la cual es la mayor floración.</p>	<p>Un 20% de especies frutales para comercialización como la naranja valencia (<i>Citrus sinensis</i>), mandarina arrayana (<i>Citrus reticulata</i>), el limón común (<i>Citrus limonium</i>) y limón tahití (<i>Citrus aurantiifolia</i>), con dos épocas de floración al año.</p> <p>Un 15% de especies usadas para el consumo en las empresas como el banano (<i>Musa paradisiaca</i> L.), el arazá (<i>Eugenia stipitata</i>), el chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth) y flor amarillo (<i>Diplotaxis tenuifolia</i>), con dos épocas de floración al año.</p>
<b>Polen</b>	<p>Un 17,2% de especies forrajeras, como el pasto aguja (<i>Brachiaria humidicola</i>), la braquiaria (<i>Brachiaria decumbens</i>), el botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>), el maní forrajero (<i>Arachis pintoii</i>) y el pasto estrella (<i>Cynodon plectostachium</i>), con épocas de floración durante todo el año.</p> <p>Un 13,8% se identifican como malezas; entre ellas se destacan el tote (<i>Rhynchospora nervosa</i> Vahl), el diente de león (<i>Taraxacum officinale</i>), el escobo (<i>Sida acuta</i>) y la dormidera (<i>Mimosa pudica</i>), con épocas de floración durante todo el año.</p> <p>Un 11,3% de especies arbóreas como el yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>), el guarupayo (<i>Tapirira guianensis</i>), con dos épocas de floración; así como el chagualo (<i>Clusia multiflora</i>), con épocas de floración durante todo el año.</p> <p>Un 3,4% de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i>), con épocas de floración durante todo el año.</p>	<p>Un 15% de especies usadas para consumo en las empresas como el zapote (<i>Matisia cordata</i> Bonpl.), el borojó costeño (<i>Borojia patinoi</i> Cuatrec) y la guayaba (<i>Psidium guajava</i>), con dos épocas de floración al año.</p> <p>Un 15% de especies forrajeras como la braquiaria (<i>Brachiaria decumbens</i>), el botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) y el maní forrajero (<i>Arachis pintoii</i>), con épocas de floración media durante todo el año.</p> <p>Un 15% de especies catalogadas como malezas, tales como el tote (<i>Rhynchospora nervosa</i> Vahl), el escobo (<i>Sida acuta</i>) y la maciega (<i>Paspalum virgatum</i>), con épocas de floración media durante todo el año.</p> <p>Un 10% de especies arbóreas como el yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>) y el guarupayo (<i>Tapirira guianensis</i>), con dos épocas de floración al año.</p>
<b>Néctar y polen</b>	<p>Un 3,4% de especies frutales, maderables y malezas, como el aguacate (<i>Persea americana</i>), el ocobo (<i>Tabebuia rosea</i>) y la zarza (<i>Mimosa somnians</i>), con diferentes épocas de floración al año.</p>	<p>Un 5% de especies para consumo en las empresas como la papaya (<i>Carica papaya</i> L.).</p>



En cuanto a los insectos polinizadores que se identificaron con mayor frecuencia en el cultivo de naranja se destacan las abejas *Apis mellifera*, seguidos por diferentes especies de avispas, hormigas, moscas y abejorros, con un 27,1; 21,1; 15,8; 12,8 y 12,0% de frecuencia de aparición, respectivamente.

### 2.3 Efecto de la polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* sobre el número de cuajes

Hay reportes contradictorios sobre la importancia que tiene la abeja en el cultivo de naranja, ya sea porque son autofértiles o porque producen frutos partenocárpicos (ovario sin semilla), pero Reyes y Cano (2000), junto con Pons y col. (1996) indican que las abejas *Apis mellifera* son el principal agente polinizador de este cultivo, representado en un 90% al ser comparado con otras

especies; así mismo, según Agustín (1999) tienen un efecto positivo sobre la calidad y cantidad del fruto, el cual se ve reflejado en el mejor amarre del fruto, tamaño y número de semillas.

Severino y col. (2001) afirman que el porcentaje de cuajado de frutos va de acuerdo con la intensidad de floración, agrupada así: i) Floración baja (7 flores por cada 100 nudos), ii) Floración media (48 flores por cada 100 nudos) y iii) Floración alta (90 flores por cada 100 nudos).

Loussert (1992) estimó en 60.000 el número de flores, pero un porcentaje muy pequeño llega a formar fruto debido a la ruptura natural de las flores, pequeños frutos y botones cerrados; si se considera un 1% de floración se producirían 600 frutos por árbol, con un peso de 200 gramos por fruto, la producción sería de 120 kg por árbol.

La naranja presenta épocas de mayor y menor productividad; cuando la cosecha es más productiva un porcentaje importante de fruta no alcanza los calibres de mayor valor comercial, cuando el número de frutos por planta oscila entre 400 y 2.000 la correlación es negativa respecto al peso del fruto; por el contrario, cuando la producción se encuentra entre 600 a 900 frutos se obtendrán unos

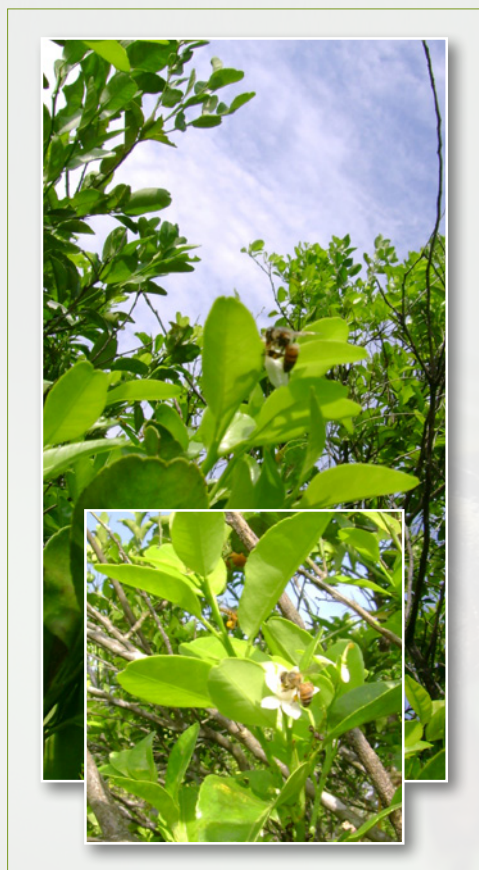
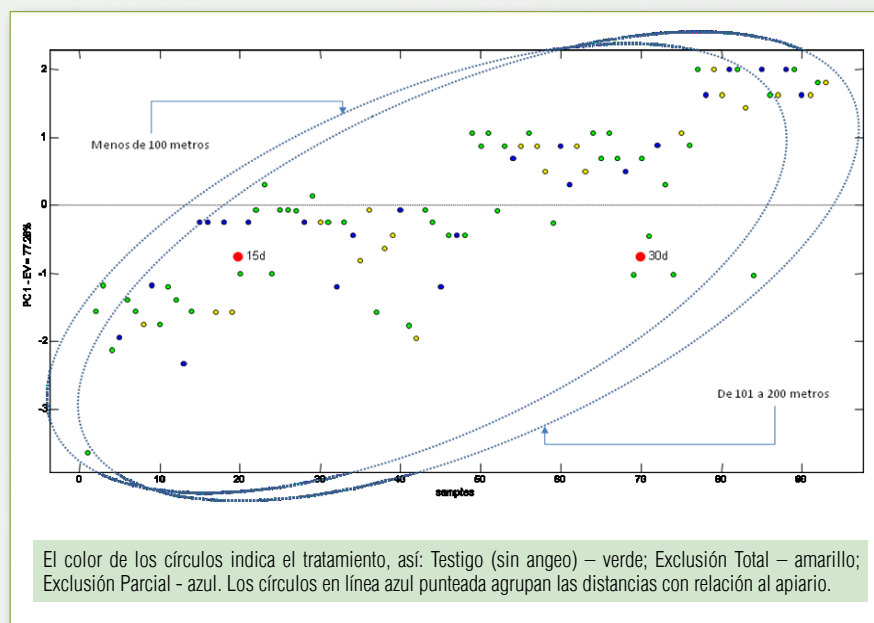


Foto 4. Visita de una abeja *Apis mellifera* a una flor de naranja en búsqueda de alimento.

120 a 150 kg por árbol. Por lo anterior se hace necesario estabilizar el número de frutos por planta (Ferenczi *et al.*, 1999).

### 2.3.1 Resultados obtenidos

A partir del análisis estadístico de los datos en esta región, se observó un posible efecto sobre el número de cuajes en los grupos florales, respecto a la distancia del apiario, siendo mayor el número de cuajes en aquellos grupos ubicados en los árboles a menos de 100 metros de distancia del apiario, respecto a aquellos ubicados a más de 100 metros a los 30 días (Figura 2).



**Figura 2.** Distribución de la varianza en los cuajes del cultivo de naranja para cada uno de los tratamientos evaluados a diferentes distancias del apiario. Empresa Cítricos del Milenio, Pompeya (Meta).

Es así que a los 30 días el número de cuajes aumentó en un 12,5% en los tratamientos localizados en los árboles a menos de 100 metros del apiario, respecto al promedio general, y disminuyó en un 4,2% a distancias mayores de 100 metros (tabla 2).

Por otra parte y de acuerdo con el número de cuajes, se tiene que un 87,8% de los tratamientos ubicados en los árboles a menos de 100 metros de distancia respecto al apiario presentaron por lo menos un cuaje, en comparación con aquellos ubicados a más de 100 metros que fue del 81,1% (Tabla 3).



**Tabla 2.** Número de cuajes obtenidos en cada tratamiento a diferentes distancias del apiario

Distancia	Tratamiento	n	15 días	30 días
Menos de 100 m	Exclusión parcial cerrada*	20	4,0 <sup>a</sup> ± 1,5	2,3 <sup>a</sup> ± 1,0
	Exclusión total cerrada**	17	7,0 <sup>a</sup> ± 4,7	2,5 <sup>a</sup> ± 1,0
	Testigo***	42	5,9 <sup>a</sup> ± 3,9	2,9 <sup>a</sup> ± 1,1
Promedio de menos de 100 metros			5,6 <sup>a</sup> ± 3,7	2,7 <sup>a</sup> ± 1,1
Más de 100 m	Exclusión parcial cerrada	18	5,7 <sup>a</sup> ± 3,3	2,6 <sup>a</sup> ± 1,0
	Exclusión total cerrada	17	4,8 <sup>a</sup> ± 3,1	2,1 <sup>a</sup> ± 0,9
	Testigo	38	6,7 <sup>a</sup> ± 4,1	2,4 <sup>a</sup> ± 0,8
Promedio de más de 100 metros			6,0 <sup>a</sup> ± 3,8	2,3 <sup>a</sup> ± 0,9
Promedio general			5,9 ± 3,7	2,4 ± 0,9

\* Exclusión parcial cerrada (anqueo calibre 8x8) que impidió la entrada parcial de los insectos a las flores.

\*\* Exclusión total cerrada (anqueo calibre 14x14) que impidió la entrada total de los insectos a las flores.

\*\*\* Testigo con acceso libre de los insectos a las flores.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P \leq 0,05$ ) entre los tratamientos para cada distancia y entre distancias.

**Tabla 3.** Presencia de cuajes en los tratamientos evaluados a diferentes distancias del apiario

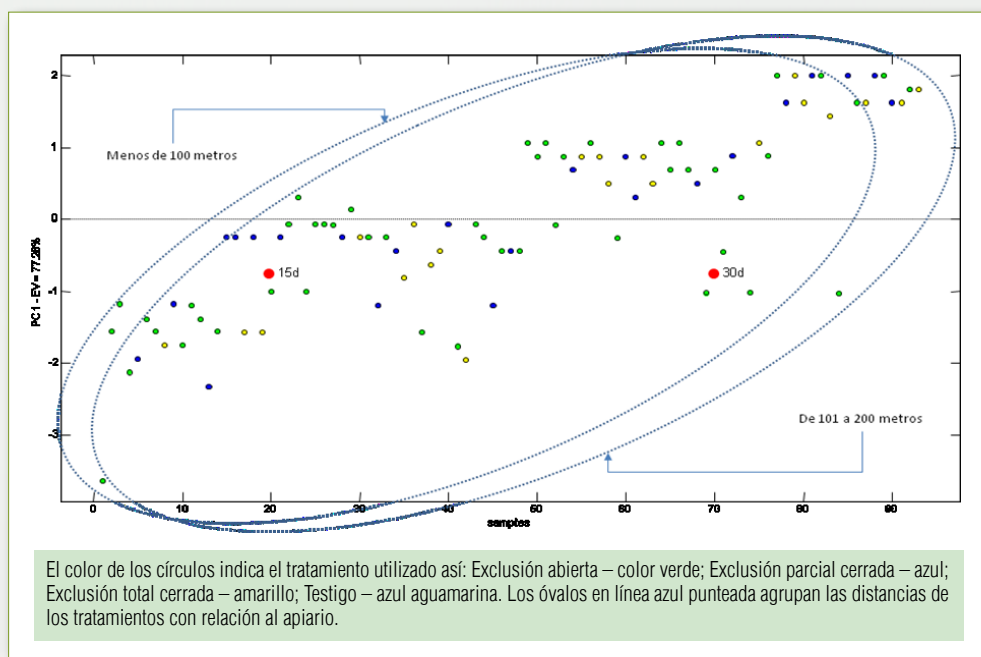
Distancia	Presencia de cuajes	Tratamiento	n	%	
Menos de 100 metros	Con	Exclusión parcial cerrada	20	22,2	
		Exclusión total cerrada	17	18,9	
		Testigo	42	46,7	
	Total con cuajes			79	87,8
	Sin	Exclusión parcial cerrada	3	3,3	
		Exclusión total cerrada	5	5,6	
		Testigo	3	3,3	
Total sin cuajes			11	12,2	
Total menos de 100 metros			90	100,0	
Más de 100 metros	Con	Exclusión parcial cerrada	18	20,0	
		Exclusión total cerrada	17	18,9	
		Testigo	38	42,2	
	Total con cuajes			73	81,1
	Sin	Exclusión parcial cerrada	4	4,4	
		Exclusión total cerrada	6	6,7	
		Testigo	7	7,8	
Total sin cuajes			17	18,9	
Total más de 100 metros			90	100,0	
Total general			180		

Con los resultados anteriores se realizó una proyección sobre la producción de naranja, encontrando lo siguiente:

- Para un árbol ubicado a menos de 100 metros del apiario con una presencia de cuajes por lo menos en el 87,8% de los grupos florales<sup>1</sup> y con un número de cuajes por brote de 2,7 se obtendrán unas 474 naranjas.
- En los ubicados a más de 100 metros con una presencia de cuajes en el 81,8% de sus brotes y con un número de cuajes por brote de 2,3 se obtendrán unas 376 naranjas.

Se puede concluir que se obtendrían un incremento para esta empresa en el número de naranjas del 26,1% por árbol al contar por lo menos con 5 colmenas de abejas *Apis mellifera* en cada 3,1 hectáreas<sup>2</sup>, lo que equivale a 1,6 colmenas por hectárea.

Este estudio fue realizado en otra empresa, en la que se observó un aumento a los 30 días en el número de cuajes obtenidos por efecto de la distancia del apiario (Figura 3).



**Figura 3.** Distribución de la varianza en los cuajes del cultivo de naranja para cada uno de los tratamientos evaluados a diferentes distancias del apiario. C.I. La Libertad, Villavicencio (Meta).

- 1 Se tiene en promedio por árbol de naranja entre 50.000 a 100.000 flores y en cada tratamiento se incluyeron unas 250 flores.
- 2 Área (ha) =  $((100 \text{ metros de radio})^2 \times \pi) / 10.000 \text{ metros} = 3,14 \text{ ha}$



Los árboles ubicados a menos de 300 metros del apiario presentaron un promedio de 4,5 cuajes por tratamiento, aquellos entre 300 a 400 metros presentaron 3,8 cuajes y a distancias superiores de 400 metros presentaron 4,1 (Tabla 4).

**Tabla 4.** Número de cuajes obtenidos en cada panícula por tratamiento a diferentes distancias del apiario

Distancia	Tratamiento	n	15 días	30 días
Menos de 300 m	Exclusión parcial cerrada	30	10,2 <sup>a</sup> ± 0,8	4,5 <sup>a</sup> ± 0,5
	Exclusión total cerrada	29	7,6 <sup>a</sup> ± 1,5	5,6 <sup>a</sup> ± 1,7
	Testigo	29	7,5 <sup>a</sup> ± 2,2	4,1 <sup>a</sup> ± 0,8
<b>Promedio de menos de 300 metros</b>			8,3 <sup>a</sup> ± 2,1	4,5 <sup>a</sup> ± 1,1
De 300 a 400 m	Exclusión parcial cerrada	30	5,8 <sup>a</sup> ± 3,3	4,0 <sup>a</sup> ± 1,3
	Exclusión total cerrada	28	5,0 <sup>a</sup> ± 4,5	3,3 <sup>a</sup> ± 1,6
	Testigo	24	6,2 <sup>a</sup> ± 4,0	3,9 <sup>a</sup> ± 1,7
<b>Promedio de 300 a 400 metros</b>			5,8 <sup>b</sup> ± 3,9	3,8 <sup>a</sup> ± 1,6
Más de 400 m	Exclusión parcial cerrada	28	4,3 <sup>a</sup> ± 2,9	3,7 <sup>a</sup> ± 1,4
	Exclusión total cerrada	30	6,6 <sup>a</sup> ± 6,0	4,4 <sup>a</sup> ± 2,7
	Testigo	30	5,1 <sup>a</sup> ± 3,1	4,2 <sup>a</sup> ± 1,9
<b>Promedio de más de 400 metros</b>			5,3 <sup>b</sup> ± 4,0	4,1 <sup>a</sup> ± 2,0
<b>Promedio general</b>			6,1 ± 3,3	4,0 ± 1,7

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P \leq 0,05$ ) cada distancia y entre distancias.

Por otra parte y de acuerdo al número de cuajes en cada una de las distancias establecidas, se encontró que el 100,0% de los grupos florales ubicados en los árboles a menos de 300 metros presentaron por lo menos un cuaje, entre los 300 a 400 metros se obtuvo un 92,0% de grupos florales con cuajes y a más de 400 metros el 93,3% de los grupos florales presentaron por lo menos un cuaje (Tabla 5).

Con los resultados anteriores se realizó una proyección sobre la producción de naranja respecto a la distancia del apiario, encontrando lo siguiente:

- Un árbol ubicado a menos de 300 metros del apiario con presencia de cuajes en el 100,0% de los grupos florales<sup>3</sup> y con un número de cuajes por brote de 4,5 obtendrá por lo menos unas 900 naranjas.
- En los árboles ubicados entre 300 a 400 metros con una presencia de cuajes en el 92,0% de los grupos florales y con un número de cuajes por brote de 3,8 se obtendrán por lo menos unas 699 naranjas.

3 Se tiene en promedio por árbol de naranja entre 50.000 a 100.000 flores y en cada tratamiento se incluyeron unas 250 flores.

Tabla 5. Presencia de cuajes en los tratamientos evaluados a diferentes distancias del apiario

Distancia	Presencia de cuajes	Tratamiento	n	%
Menos de 300 metros	Con	Exclusión parcial cerrada	24	27,3
		Exclusión total cerrada	20	22,7
		Testigo	44	50,0
	<b>Total con cuajes</b>		<b>88</b>	<b>100,0</b>
	Sin	Exclusión parcial cerrada	0	0,0
		Exclusión total cerrada	0	0,0
		Testigo	0	0,0
<b>Total sin cuajes</b>		<b>0</b>	<b>0,0</b>	
<b>Total de menos de 300 metros</b>			<b>88</b>	<b>100,0</b>
De 300 a 400 metros	Con	Exclusión parcial cerrada	21	23,9
		Exclusión total cerrada	17	19,3
		Testigo	43	48,9
	<b>Total con cuajes</b>		<b>81</b>	<b>92,0</b>
	Sin	Exclusión parcial cerrada	1	1,1
		Exclusión total cerrada	4	4,5
		Testigo	2	2,3
<b>Total sin cuajes</b>		<b>7</b>	<b>8,0</b>	
<b>Total de 100 a 200 metros</b>			<b>88</b>	<b>100,0</b>
Más de 400 metros	Con	Exclusión parcial cerrada	17	18,9
		Exclusión total cerrada	22	24,4
		Testigo	45	50,0
	<b>Total con cuajes</b>		<b>84</b>	<b>93,3</b>
	Sin	Exclusión parcial cerrada	6	6,7
		Exclusión total cerrada	0	0,0
		Testigo	0	0,0
<b>Total sin cuajes</b>		<b>6</b>	<b>6,7</b>	
<b>Más de 400 metros</b>			<b>90</b>	<b>100,0</b>
<b>Total general</b>			<b>266,0</b>	

- Para los árboles ubicados a más de 400 metros con cuajes en por lo menos el 93,3% de los grupos florales y cada uno con 4,1 cuajes se obtendrán 756 naranjas.

Se puede concluir que el incremento para esta empresa en el número de naranjas será del 28,7% por árbol al contar por lo menos con 14 colmenas de abejas *Apis mellifera* en cada 28,3 hectáreas<sup>4</sup>, equivalentes a 0,5 colmenas cada hectárea, respecto a aquellos ubicados a distancias mayores.

Pesate (2006) determinó en la polinización por abejas la producción de naranja aumenta hasta cuatro veces más que los árboles totalmente aislados de estas; así,



la producción sin abejas fue de un 54,4% más baja que en árboles expuestos a la polinización al aire libre, obteniendo un aumento del 31% en el cuaje de fruta.

## 2.4 Efecto de la polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* sobre la calidad física y química del fruto

En cuanto a la calidad del fruto de naranja, se pudo establecer que existe un efecto de la distancia de las colmenas respecto al peso del fruto; frutos más pesados se encontraron en los árboles ubicados a distancias cercanas al apiario (menos de 100 metros) con un peso promedio de 194,6 gramos, mientras que para los frutos entre 100 a 200 metros el peso fue de 194,1 gramos y los frutos ubicados en árboles a distancias mayores de los 200 metros pesaron 181,3 gramos. Malerbo y Souza (2002) reportaron que para esta variedad de naranja en Jaboticabal (Brasil) – a una altitud de 595 msnm, temperatura promedio de 21 °C y una precipitación promedio de 1.431 mm– el peso de los frutos de las flores polinizadas era en promedio de 180,2 gramos y el de los frutos de las flores sin polinización de 168,5 gramos, resultados que se encuentran por debajo del peso promedio obtenido en el presente estudio. De otra parte, se observó que el peso de la cáscara y el volumen de jugo fue mayor a distancias menores de 200 metros respecto a distancias superiores del apiario, y el peso de la semilla fue mayor a distancias superiores a los 200 metros, respecto a distancias menores (Tabla 6).

**Tabla 6.** Efecto de la distancia de las colmenas respecto a la calidad del fruto de naranja.

Distancia de las colmenas	Fruto	Cáscara	Semilla	Pulpa	Jugo
Menos de 100 metros	194,6 <sup>a</sup> ± 25,2	38,6 <sup>a</sup> ± 13,0	1,7 <sup>b</sup> ± 1,4	29,8 <sup>b</sup> ± 8,7	100,4 <sup>a</sup> ± 19,4
Entre 100 a 200 metros	194,1 <sup>a</sup> ± 45,1	38,0 <sup>a</sup> ± 12,6	1,8 <sup>b</sup> ± 1,0	35,0 <sup>a</sup> ± 10,4	101,8 <sup>a</sup> ± 26,4
Más de 200 metros	181,3 <sup>b</sup> ± 41,1	34,6 <sup>b</sup> ± 10,8	2,2 <sup>a</sup> ± 2,1	35,9 <sup>a</sup> ± 13,7	89,3 <sup>b</sup> ± 22,6
General	185,3 ± 41,6	35,8 ± 11,6	2,1 ± 1,8	35,1 ± 12,6	93,5 ± 24,0

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P \leq 0,05$ ) para cada distancia.

Pesate (2006) reportó que al utilizar abejas en procesos de polinización dirigida se aumentó para la variedad valencia en un 22% el peso de la fruta, un 33% más de peso de jugo y un 36% más de semillas, con relación con aquellos árboles en donde las abejas fueron excluidas, en el presente estudio se observó un aumento del 6% en el peso del fruto y un 11% más de jugo, al contar con apiarios de abejas a distancias menores de 200 metros del cultivo.

4 Área (ha) =  $((300 \text{ metros de radio})^2 \times \pi) / 10.000 \text{ metros} = 28,27 \text{ ha}$

Así mismo, se observó que aquellos frutos producidos por los árboles que se encuentran más cerca del apiario son más anchos (23,4 cm) y largos (23,0 cm) respecto a aquellos que se encuentran a distancias entre los 100 a 200 metros (22,8 cm de ancho y 22,3 cm de largo) y a distancias superiores de los 200 metros (22,2 cm de ancho y 21,9 cm de largo); estudios de Malerbo y Souza (2004) no encontraron diferencias del tamaño del fruto respecto a la utilización de la abeja *Apis mellifera*. Para el grosor de la cáscara, se encontraron diferencias por efecto de la distancia de apiario, con resistencias mayores en aquellos frutos producidos por los árboles que se encontraban más cerca del apiario (8,7 kgF) respecto a los más lejanos (6,4 kgF para distancias entre los 100 a 200 metros y de 5,8 kgF a distancias mayores de 200 metros, respectivamente); en cuanto al número de semillas, se encontró un mayor número en los frutos a medida que la distancia del apiario aumentaba (Tabla 7).

**Tabla 7.** Efecto de la distancia de las colmenas respecto al tamaño del fruto, grosor y resistencia de la cáscara en los frutos de naranja.

Distancia de las colmenas	Perímetro		Grosor cáscara (cm)	Resistencia cáscara (kgF)	Número de semillas
	Polar (cm)	Ecuatorial (cm)			
Menos de 100 metros	23,0 <sup>a</sup> ± 1,0	23,4 <sup>a</sup> ± 0,9	0,2 <sup>a</sup> ± 0,1	8,7 <sup>a</sup> ± 1,7	5,2 <sup>b</sup> ± 3,5
Entre 100 a 200 metros	22,3 <sup>b</sup> ± 2,0	22,8 <sup>b</sup> ± 2,0	0,2 <sup>a</sup> ± 0,1	6,4 <sup>b</sup> ± 2,4	5,9 <sup>b</sup> ± 2,9
Más de 200 metros	21,9 <sup>c</sup> ± 1,8	22,2 <sup>b</sup> ± 1,8	0,2 <sup>a</sup> ± 0,1	5,8 <sup>b</sup> ± 2,1	6,7 <sup>a</sup> ± 3,3
General	21,9 ± 2,3	22,3 ± 2,2	0,2 ± 0,1	6,2 ± 2,3	6,4 ± 3,3

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P \leq 0,05$ ) para cada distancia.

En cuanto a las características químicas evaluadas, se observó que aquellos frutos producidos por los árboles que se encuentran más cerca del apiario contienen una menor concentración de ácido cítrico y ascórbico, pero un porcentaje mayor de °Brix y un pH menos ácido (Tabla 8).

**Tabla 8.** Efecto de la distancia de las colmenas respecto a las variables químicas evaluadas en los frutos de naranja.

Distancia de las colmenas	Ácido			Sólidos solubles (°Brix)	pH
	Cítrico (gr/L)	Málico (gr/L)	Ascórbico (mg/L)		
Menos de 100 metros	7,8 <sup>b</sup> ± 2,9	4,5 <sup>a</sup> ± 3,3	201,1 <sup>b</sup> ± 78,6	10,9 <sup>a</sup> ± 1,1	3,7 <sup>a</sup> ± 0,3
Entre 100 a 200 metros	19,7 <sup>a</sup> ± 14,7	4,4 <sup>a</sup> ± 1,0	235,7 <sup>a</sup> ± 30,2	9,6 <sup>a</sup> ± 1,3	3,4 <sup>b</sup> ± 0,2
Más de 200 metros	21,9 <sup>a</sup> ± 14,3	4,6 <sup>a</sup> ± 1,7	219,2 <sup>b</sup> ± 55,3	10,1 <sup>a</sup> ± 1,1	3,3 <sup>b</sup> ± 0,2
General	18,6 ± 14,1	4,5 ± 1,8	220,4 ± 54,9	10,0 ± 1,2	3,4 ± 0,3

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P \leq 0,05$ ) para cada distancia.



En cuanto a los °Brix, Malerbo y Souza (2004) han demostrado resultados favorables para los frutos polinizados con *Apis mellifera* (11,4% °Brix) frente a aquellos frutos en ausencia de las abejas (11,2% °Brix). En el presente estudio se encontró que al estar más cerca los árboles del apiario los °Brix aumentaron en un 9% respecto al promedio general.



**Foto 5.** Evaluación de calidad física y química del fruto de naranja, de izquierda a derecha: medida de la resistencia de la cáscara con un texturómetro; naranjas tomadas de una empresa del departamento del Meta para su evaluación.

## 2.5 Conclusiones y recomendaciones

- Para la región en estudio, y específicamente para los cultivos de naranja, se observó una gran variedad de especies botánicas, fuentes de polen y/o néctar, que favorece el desarrollo apícola; no obstante, esto puede convertirse en un factor de competencia para las épocas de floración del cultivo, por lo cual se deberá contar con colmenas pobladas durante su floración, con el fin de tener un número alto de abejas pecoreadoras.
- En cuanto a los insectos polinizadores que visitan la flor de naranja, se estableció que la abeja *Apis mellifera* es la especie de mayor frecuencia, seguida por diferentes especies de avispas, hormigas, moscas y abejorros.
- Para la densidad de colmenas por hectárea en los cultivos en estudio se encontró que al contar con 1,6 colmenas de abejas se puede obtener un incremento en el número de naranjas por árbol del 26,0%; cuando esta densidad baja a 0,5 colmenas el aumento es del 17,0%.
- Al evaluar la calidad fisicoquímica de los frutos se observó un aumento del 6% en su peso, un 11% más de jugo y un 9% más de °Brix al contar con apiarios de abejas a distancias menores de 200 metros del cultivo.