



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS PRE Y POSTCOSECHA DE LA MIEL DE ESPECIES DE ABEJAS SIN AGUIJÓN

Doris Jannet Ascencio Tuso
Ingeniera Agrícola

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Bogotá D.C, Colombia

2014

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS PRE Y POSTCOSECHA DE LA MIEL DE ESPECIES DE ABEJAS SIN AGUIJÓN

DORIS JANNET ASCENCIO TUSO

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Director:

PhD. MARTA CECILIA QUICAZÁN

Línea de Investigación:

Caracterización y generación de valor de productos apícolas

Grupo de Investigación:

Aseguramiento de la calidad de alimentos y desarrollo de nuevos productos

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agrarias

Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Bogotá D.C. Colombia

2014

A la naturaleza y en especial a las abejas, las cuales nos permiten interactuar con ellas, para adquirir sus productos y conocer más de su habitat en beneficio de la humanidad.

.

Agradecimientos

El autor desea expresar su agradecimiento especial a:

La profesora Marta Quicazán, por su dirección y apoyo, quien es el motor del desarrollo y avance en proyectos de los productos de la Apicultura y de las abejas sin aguijón, persona invaluable con la que cuenta Colombia y tengo el honor de ser su alumna, quien logra con sabiduría y firmeza, extraer lo mejor de cada uno de nosotros sus discípulos.

A los meliponicultores en especial a los de Santander y Antioquia, personas sencillas siempre dispuestas a colaborar, quienes permitieron que este, proyecto contara con sus colmenas de abejas sin aguijón y sus productos.

A Carlitos Zuluaga, por su amistad y colaboración, siempre dispuesto, persona de gran corazón.

A Andrés Durán, amigo, compañero y alcahueta, por su colaboración y amistad

A Claudia Hernández, por su gran colaboración y ayuda

A la Profesora Consuelo Díaz, por su apoyo incondicional y su amor por las abejas.

Al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, en especial a los laboratorios de microbiología y fisicoquímica, institución que cuenta con un personal de amplia calidad.

A Diego Carrizosa, amigo y compañero de aventuras, quien me fortaleció en momentos de debilidad, por su invaluable colaboración, persona muy especial, que logra llevarme a culminar mis metas.

Y finalmente a la Universidad Nacional, institución que brinda oportunidades de éxito a quien realmente se esfuerce.

Resumen

Este trabajo permitió establecer que de las abejas sin aguijón, *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811), por abundancia de nidos, volumen de miel, número de colmenas y adaptabilidad a diversos ambientes naturales en Colombia, es la especie con mayor potencial. Se caracterizaron cuatro tipos de potes según su estructura y las propiedades de la miel, evidenciando que este aspecto se debe tener en cuenta en el momento de la extracción. Se encontraron graves deficiencias en la calidad microbiológica de la miel cosechada, tanto para extracción con pipeta como por partición de potes, y durante el almacenamiento a diferentes temperaturas, a pesar de no evidenciarse cambios físico-químicos apreciables. Además de la humedad propia de esta miel, este hallazgo fundamentó el diseño de una colmena, enfocado en la solución de este problema mediante la orientación del trabajo de la abeja y procurando una mínima manipulación en la extracción. Se muestra que es necesario desarrollar adicionalmente, alternativas para tratar la miel de *T. angustula* hacia la obtención de un producto que cumpla requisitos de inocuidad.

Palabras clave: Abejas sin aguijón, *Tetragonisca angustula*, Miel, Pote, Físicoquímico, Microbiológico, Meliponicultura.

Abstract

This work established that stingless bees, *Tetragonisca angustula* species (Latreille, 1811), by abundance of nests, volume of honey produced, number of hives and adaptability to diverse natural environments in Colombia, is the species with the greatest potential. Four types of pots were characterized according to their structure and properties of honey, showing that the time of harvest. Serious deficiencies were found in the microbiological quality of the harvested honey, both extraction pipette as pots partition

and during storage at different temperatures, despite no appreciable physicochemical changes. In addition to humidity of this honey, this finding based the design of a beehive, focused on solving this problem by targeting the working bee and ensuring minimal handling in the extraction. It shows that it is necessary to further develop alternatives to treat the honey from *T. angustula* bee towards obtaining a product that meets safety requirements.

Keywords: Stingless bees, *Tetragonisca angustula*, Honey Jar, Physicochemical, Microbiological, Meliponiculture.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XIV
Lista de tablas	XVII
Introducción	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1.1 Especies de abejas	6
1.2 Abejas sin aguijón criadas en Colombia	8
1.2.1 Polinización	14
1.2.2 Producción de miel	18
1.3 Apicultura	19
1.4 Meliponicultura	20
1.4.1 Desarrollo de la meliponicultura	22
1.4.2 Tipos de colmenas desarrolladas para especies de abejas sin aguijón 26	
1.5 Cosecha y postcosecha de miel de abejas sin aguijón	36
1.5.1 Procesos postcosecha de miel de abejas sin aguijón	38
1.6 Composición y características de la miel	41
2. OBJETIVOS	61
2.1 Objetivo General	61
2.2 Objetivos Específicos	61
3. MATERIALES Y MÉTODOS	63
3.1 Selección de especies de abejas sin aguijón con potencial productivo en Colombia.	63
3.1.1 Encuestas a siete departamentos	63
3.1.2 Estimación de características fisicoquímicas y microbiológicas de miel de tres especies de abejas sin aguijón	64

3.2	Evaluación de las diferencias que presenta la miel almacenada en alveolos con diferente estructura física en colmenas de <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811).	65
3.2.1	Evaluación de tipos de extracción.	66
3.3	Pruebas de almacenamiento efectuadas a miel de abejas extraída en medellin de colmenas de <i>T. angustula</i>	67
3.4	Recomendaciones de manejo de la miel de abejas sin aguijón, enfocadas al aprovechamiento como alternativa agroindustrial.....	69
3.4.1	Recomendaciones de manejo.	69
3.4.2	Diseño de colmena para la especie de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	70
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	73
4.1	Selección de especies de abeja sin aguijón con potencial productivo en Colombia.	73
4.1.1	Formulario utilizado en la compilación de información.....	74
4.1.2	Clasificación y análisis de información obtenida.	74
4.1.3	Especies de abejas sin aguijón por número de colmenas	78
4.1.4	Miel producida al año por especie de abejas.....	86
4.1.5	Valoración de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la miel de tres especies de abejas sin aguijón, después de ser cosechada.....	96
4.2	Diferencias que presenta la miel almacenada en alveolos con diferente estructura física en colmenas de <i>T. angustula</i>	100
4.2.1	Nidos de la especie de abeja sin aguijón <i>T. angustula</i>	100
4.2.2	Descripción de las estructuras de almacenamiento de miel de la especie de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	106
4.2.3	Variaciones presentadas en la miel almacenada en los tipos de estructuras identificadas, en colmenas de abejas <i>T. angustula</i>	109
4.2.4	Evaluación de métodos de extracción de miel almacenada en diferentes tipos de potes en colmenas de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	113
4.3	Caracterización de la estabilidad de miel de abejas sin aguijón después de ser cosechada.....	120
4.3.1	Evaluación de estabilidad de la miel de <i>T. angustula</i> , durante el almacenamiento a tres temperaturas.	120
4.4	Recomendaciones de manejo de la especie de abejas <i>T. angustula</i>	130
4.4.1	Esquema de instalación de Meliponario de <i>T. angustula</i>	130
4.4.2	Desarrollo de diseño de colmena apropiada para nidos de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	139
4.4.3	Evaluación de la colmena desarrollada para la especie <i>T. angustula</i>	146

5. Conclusiones y recomendaciones.....	151
5.1 Conclusiones	151
5.2 Recomendaciones	153
A. Anexo: Formulario diseñado para recopilar información de meliponarios y meliponicultores.....	155
B. Anexo: Cantidad de colmenas por especie de abeja sin aguijón, localizadas en los meliponarios de los departamentos encuestados.....	159
C. Anexo: Evaluación de diferencias presentadas en la miel almacenada en los cuatro tipos de potes identificados para colmenas de la especie <i>T. angustula</i>	161
Bibliografía	165

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Corte transversal del diseño de colmena desarrollado para abejas sin aguijón, dibujada por (Nogueira-Neto, 1970) Presentado por (Carmona, 2010).....	27
Figura 1-2: Diseño de Colmena GRUM simplificada desarrollada en Argentina, por Guillermo Roa y colaboradores y presentada por (Rovira y col., 2005)	28
Figura 1-3: Diseño de nido para manejarlo en tronco cortado con moto cierra y presentada por (Rovira y col., 2005), Diseño de colmena presentado por (Baquero y col., 2007).....	29
Figura 1-4: Diseño de de colmena Vertical. Presentado en Argentina por (Rovira y col., 2005)	30
Figura 1-5: Diseño de de colmena horizontal. Presentado en Argentina por (Rovira y col., 2005).....	31
Figura 1-6: Diseño de Colmena racional, convencional. Presentado en Argentina por (Rovira y col., 2005).....	32
Figura 1-7: Diseño de colmena horizontal "Hubert Bruening". Presentado en Brasil por (Villas-Bôas, 2012).....	33
Figura 1-8: Diseño de colmena desarrollado por Fernando Oliveira.....	34
Figura 4-1: Formulario diseñado y diligenciado para compilar información de meliponarios y meliponicultores.	74
Figura 4-2: Volumen Total de producción de miel por especie por total de meliponarios al año de los departamentos encuestados.	94

Figura 4-3: Clasificación de muestras de miel de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i> , <i>M. eburnea</i> y <i>Melipona spp</i> y parámetros fisicoquímicos que las caracterizan.	98
Figura 4-4: Esquema descriptivo de ubicación de nido de la especie de abeja sin aguijón <i>T. angustula</i> , en su hábitat natural.....	101
Figura 4-5: Esquema descriptivo de ubicación de nido de la especie de abeja sin aguijón <i>T. angustula</i> , en una colmena rustica.	102
Figura 4-6: Esquema descriptivo de ubicación de nido de la especie de abeja sin aguijón <i>T. angustula</i> , en una colmena semi-tecnificada.	103
Figura 4-7: Esquema descriptivo de ubicación de nido de la especie de abeja sin aguijón <i>T. angustula</i> en una colmena comúnmente llamada tecnificada.	103
Figura 4-8: Descripción de las partes de un nido de la especie de abeja <i>T. angustula</i>	104
Figura 4-9: Descripción del pote abierto (PA) en colmenas de la especie de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	107
Figura 4-10: Descripción del pote cerrado con burbuja (PCCB) en colmenas de la especie de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	107
Figura 4-11: Descripción del pote cerrado sin burbuja (PCSB) en colmenas de la especie de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	108
Figura 4-12: Descripción del pote reabierto para alimentación (PAA) en colmenas de la especie de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	108
Figura 4-13: Comparación de muestras de miel de abejas <i>T. angustula</i> , tomadas de diferente tipos de potes.	112
Figura 4-14: Contenido de azúcares en miel almacenada en dos tipos de potes de colmenas de <i>T. angustula</i>	113
Figura 4-15: Esquema de instalación de meliponario para abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	130

Figura 4-16: Esquema de instalación de colmenas en estantes dentro del meliponario para abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	131
Figura 4-17: Esquema de instalación de colmenas enganchadas dentro del meliponario para abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	131
Figura 4-18: Diagrama de flujo del proceso de cosecha de miel en abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	132
Figura 4-19: Diagrama de operaciones del proceso de postcosecha de miel en abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	133
Figura 4-20: Plano 1: Vista de techo, frontal y lateral, diseño propuesto.....	141
Figura 4-21: Plano 2: Vista Frontal diseño propuesto..	142
Figura 4-22: Plano 3: Vista Lateral diseño propuesto.	143
Figura 4-23: Esquema de desarrollo del nido con disposición de potes dentro de la colmena propuesta.....	150

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Lista actual de las principales especies, nombres comunes y distribución de las abejas sin aguijón utilizadas en meliponicultura en Colombia. Nomenclatura y distribución original de acuerdo con (Camargo y col., 2013).	11
Tabla 1-2: Número estimado de especies de abejas sin aguijón y número de especies cultivadas en Colombia y otros países en los que se desarrolla la meliponicultura.....	25
Tabla 1-3: Resumen comparativo de las diferencias entre <i>A. mellifera</i> y <i>Melipona, spp.</i>	35
Tabla 1-4: Parámetros fisicoquímicos evaluados en mieles de 6 especies de abejas sin aguijón.	43
Tabla 1-5: Caracterización de miel de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i> , de Argentina y Paraguay (Vit y col., 2009).....	44
Tabla 1-6: Valores promedio de parámetros fisicoquímicos de 18 muestras de miel de abejas sin aguijón de Guatemala.	45
Tabla 1-7: Variación de resultados en los valores de algunos parámetros fisicoquímicos de 152 muestras de miel de abejas sin aguijón.	46
Tabla 1-8: Valores de la Legislación para el control de calidad de miel de <i>Apis mellifera</i> y valores sugeridos para la miel de <i>Meliponini</i> en Brasil.....	46
Tabla 1-9: Composición de miel de abejas <i>T. angustula</i> y <i>A. mellifera</i> , en comparación con los parámetros de la legislación de Brasil.	47
Tabla 1-10: Resultados obtenidos de parámetros fisicoquímicos para evaluar la autenticidad de miel de abejas <i>T. angustula</i> , recogidos en marzo y octubre de 2005, en Piracicaba, SP.....	48

Tabla 1-11: Resultados obtenidos de parámetros fisicoquímicos para evaluar, deterioro de miel de abejas <i>T. angustula</i> , colectadas en marzo y octubre, en Piracicaba, SP.	49
Tabla 1-12: Especies de abejas sin aguijón, ubicación geográfica donde se colectaron las muestras y número de muestras colectadas, para evaluación de composición físico-química en Colombia.	50
Tabla 1-13: Contenido de humedad y azúcar de miel de abejas sin aguijón en Colombia.	51
Tabla 1-14: Contenido de Cenizas y minerales de miel de abejas sin aguijón en Colombia.	52
Tabla 1-15: Parámetros de calidad fisicoquímica de la miel de abejas sin aguijón de Colombia.	54
Tabla 1-16: Resultados fisicoquímicos de mieles analizadas en Colombia	56
Tabla 1-17: Probabilidades binomiales de la acción bactericida de mieles de <i>T. angustula</i>	57
Tabla 1-18: Análisis microbiológico de miel de <i>T. angustula</i> y <i>Melipona spp</i>	58
Tabla 3-1: Análisis fisicoquímicos para caracterización de la miel de abejas sin aguijón.	68
Tabla 3-2: Análisis Microbiológicos para evaluar la calidad e inocuidad de la miel de abejas sin aguijón.	69
Tabla 4-1: Número de meliponarios, especies encontradas y volumen de miel producida por departamentos.	75
Tabla 4-2: Tipo de colmenas utilizadas en los diferentes Meliponarios visitados en Colombia.	78
Tabla 4-3: Meliponarios del departamento de Huila y número de colmenas localizadas por especie.	79
Tabla 4-4: Meliponarios del departamento de Santander y número de colmenas localizadas por especie.	80

Tabla 4-5: Meliponarios del departamento de Boyacá y número de colmenas localizadas por especie.....	80
Tabla 4-6: Meliponarios del departamento de Antioquia y número de colmenas localizadas por especie.	81
Tabla 4-7: Meliponarios del departamento de Caldas y número de colmenas localizadas por especie.....	81
Tabla 4-8: Meliponarios del departamento de Cundinamarca y número de colmenas localizadas por especies.....	82
Tabla 4-9: Meliponarios del departamento de Magdalena y número de colmenas localizadas por especies.....	82
Tabla 4-10: Número de colmenas en los meliponarios encuestados por especie y departamento.....	85
Tabla 4-11: Departamentos encuestados con datos del total de colmenas localizadas y porcentaje de la especie <i>T. angustula</i>	86
Tabla 4-12: Producción anual de miel en (L) por el total de colmenas encontradas por especie en cada meliponario perteneciente a los diferentes departamentos.	87
Tabla 4-13: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento del Huila.	89
Tabla 4-14: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento de Santander.....	90
Tabla 4-15: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento de Boyacá.	91
Tabla 4-16: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento de Antioquia.	91
Tabla 4-17: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento de Caldas.....	92
Tabla 4-18: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento de Cundinamarca.	92

Tabla 4-19:	Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento del Magdalena.	93
Tabla 4-20:	Producción de miel por total de meliponarios de los departamentos encuestados y porcentaje de volumen de producción de las especies de abejas <i>T. angustula</i> y <i>M. eburnea</i>	95
Tabla 4-21:	Caracterización fisicoquímica de miel de <i>T. angustula</i> , <i>M. eburnea</i> y <i>Melipona spp</i> extraída por el método de partición de potes por escurrido.	97
Tabla 4-22:	Análisis microbiológico de miel de tres especies de abejas nativas empleando el método de extracción por partición de potes por escurrido	99
Tabla 4-23:	Promedio de parámetros evaluados en miel de <i>T. angustula</i> almacenada en los potes identificados en 5 colmenas de tres meliponarios con diferente ubicación geográfica.	109
Tabla 4-24:	Diferencias en los valores promedios obtenidos en el test de comparación múltiple de Tukey, para la miel almacenada en los tipos de potes identificados en las 5 colmenas de abejas <i>T. angustula</i>	111
Tabla 4-25:	Análisis microbiológico de miel de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i> utilizando tres tipos de extracción, once días después de la cosecha, en Santander.....	115
Tabla 4-26:	Análisis microbiológico de miel de abejas <i>T. angustula</i>	117
Tabla 4-27:	Caracterización de miel almacenada en potes cerrados sin burbuja de colmenas de <i>T. angustula</i> , extractada en el Socorro Santander.....	119
Tabla 4-28:	Variación del contenido de Humedad en miel de abejas <i>T. angustula</i> almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.	120
Tabla 4-29:	Variación de °Brix en miel de abejas <i>T. angustula</i> almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.....	120

Tabla 4-30:	Variación de pH en miel de abejas <i>T. angustula</i> almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.	121
Tabla 4-31:	Variación de Acidez libre en miel de abejas <i>T. angustula</i> almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.	121
Tabla 4-32:	Variación de Acidez total en miel de abejas <i>T. angustula</i> almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.	122
Tabla 4-33:	Variación de Act Diastasa en miel de abejas <i>T. angustula</i> almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.	122
Tabla 4-34:	Variación de Color en miel de abejas <i>T. angustula</i> almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.	123
Tabla 4-35:	Variación de HMF en miel de abejas <i>T. angustula</i> almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.	123
Tabla 4-36:	Análisis microbiológico de miel de <i>T. angustula</i> , almacenada en refrigeración (4°C) cinco días después de la cosecha	125
Tabla 4-37:	Análisis microbiológico de miel de <i>T. angustula</i> , almacenada a 19 °C cinco días después de la cosecha.	126
Tabla 4-38:	Análisis microbiológico de miel de <i>T. angustula</i> , almacenada a 28 °C cinco días después de la cosecha	127
Tabla 4-39:	Porcentaje de muestras de miel de abejas <i>T. angustula</i> almacenadas a diferentes temperaturas que no cumplen con los requerimientos de la norma NTC 1273 y Resolución 1057 de 2010.	129
Tabla 4-40:	Cuadro de actividades indispensables para la realización de la extracción de miel de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i>	134
Tabla 4-41:	Análisis microbiológico de miel de abejas <i>T. angustula</i> , en diferentes sectores del pote, treinta y tres días después de la extracción de los potes. Vereda Bosque Chusque, municipio del Socorro, Santander, Colombia.	148
Tabla 4-42:	Análisis microbiológico de miel de abejas sin aguijón <i>T. angustula</i> , en diferentes sectores del pote, treinta y tres días después	

de la extracción de los potes. Vereda de Alto de Reinas, municipio del Socorro, Santander, Colombia.	149
Tabla 5-1: Cantidad de colmenas y meliponarios por especie de abejas sin aguijón.	159

Introducción

El consumo de productos naturales se ha incrementado en Colombia y a nivel mundial. El aumento de mercados de este tipo ha experimentado un crecimiento de aproximadamente el 50% en los últimos años, tanto en alimentos como en medicamentos. El progresivo compromiso de los consumidores por el medio ambiente y el evidente impacto generado por la industria sobre el planeta, promueve la búsqueda de alternativas de nuevos productos que generen bienestar nutricional y beneficien el medio ambiente. Los productos de las abejas constituyen una alternativa ideal, ya que ofrecen al hombre productos alimenticios, sin deteriorar el entorno.

Las abejas conforman uno de los grupos más importantes de insectos por su papel como polinizador de flora silvestre y doméstica. La abeja de la miel, *Apis mellifera*, fue introducida en América del Norte en el siglo XVII por colonos que llegaron de Europa. En 1938 se llevó a Brasil y en 1957 a Perú, Chile, Colombia y otros países de Latinoamérica. (Hogue, 1993; Kerr y col., 2001). Esta abeja es de vital importancia puesto que posee un elevado número de individuos por unidad de área (en promedio unos 50.000 individuos por colmena), de los cuales el 50% sale en busca de alimento (pecoreo). La abeja realiza en promedio 15 viajes durante el día y en cada viaje visita alrededor de 40 flores, equivalente a 15 millones de flores visitadas por colonia al día (Vásquez y col., 2011). Estudios realizados indican que una abeja puede pecorear en promedio una distancia de 1.500m de radio (Vásquez, 1995). Esto indica un amplio rango de polinización, con un estándar de producción por colmena de 35 a 75 Kilos de miel anual.

Años antes que los europeos trajeran la especie de abeja *A. mellifera*, las culturas precolombinas, como los Mayas e Incas, criaban y usaban la miel producida por abejas tropicales (Cohn, 2005; Rasmussen y col., 2003). Estas abejas eran consideradas importantes en la economía de estos pueblos; la miel era usada con fines religiosos, alimenticios y medicinales (Villanueva y col., 2005). A estas mieles se les han atribuido propiedades nutraceuticas y en especial antibióticas (Rasmussen y col., 2007). En general se denominan como abejas meliponas y difieren de la abeja *A. mellifera*, por poseer un aguijón atrofiado, razón por la cual se conocen como abejas sin aguijón. Comprenden un

grupo grande de insectos de la familia *Apidae* (*Himenóptera: Apidae: Meliponini*) y habitan en zonas tropicales y subtropicales de América del Sur, Central, Asia, África y Oceanía. La meliponicultura, se conoce como la crianza de abejas sin aguijón siendo desplazada por la apicultura, crianza de abejas *A. mellifera* en América (Padilla y col., 1992).

En Colombia se dieron los primeros pasos, para el reconocimiento de las abejas como renglón productivo en el año 2004 con la conformación de la Federación Nacional de Apicultores de Colombia “FENAPICOL”. La naciente agremiación trabajó con la Dirección de las cadenas productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en la construcción de una perspectiva para la actividad apícola y como apoyo para consolidar la Cadena de las abejas y la Apicultura (Martínez, 2006). Desde entonces se ha venido trabajando con proyectos enfocados a mejorar la apicultura en Colombia, dando relevancia a la producción de la especie *A. mellifera* y sus efectos como polinizador inducido, restándole importancia a los productos de las abejas sin aguijón, sin tener en cuenta que algunas de estas especies tienen potencial en producción de miel, producto muy apreciado, con precio a la venta que muchas veces triplican el costo de la miel de *A. mellifera*. (Martínez, 2006).

La miel es definida como el producto del néctar de las flores que las abejas operarias recolectan, transportan, regurgitan y transforman, mediante la evaporación del contenido de agua por medio de ventilación con el batido de las alas, la distribución dentro de las celdas del panal y la adición de enzimas provenientes de sus glándulas hipofaríngeas (diastasa, invertasa y glucoxidasa). Ocurre la transformación de néctar en miel, la cual es sellada y almacenada en las celdas del panal (Crane, 1990; Winston, 1987; Alfaro y col., 2010). Algunas normas, definen la miel, como la sustancia dulce natural producida por abejas *A. mellifera*, a partir del néctar de las flores, secreciones de partes vivas de las plantas o excreciones de insectos succionadores de sabia en los tallos, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas que luego depositan, deshidratan y almacenan en el panal hasta transformarse en miel (Codex stan, 2001). Es razonable pensar que las mieles de *A. mellifera* fueron las más comercializadas y adquirieron la exclusividad de llamarse mieles, en el almacenamiento de miel, esta abeja utiliza panales de cera hexagonales, teniendo como indicador de madurez el operculado o sellamiento de los alveolos. El interés por el estudio de los productos de la colmena, en especial por la composición de la miel, ha ido creciendo, y aún más el interés de conocer su elaboración y el punto exacto de cosecha para su máximo aprovechamiento. En la

especie *A. mellifera*, este proceso es bien definido, debido a que investigadores nacionales e internacionales realizaron su aporte en esta área, lo cual llevó a contar hoy en día, con una normatividad legal que indica los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que debe cumplir la miel y el momento exacto en que se debe realizar la cosecha; información que lastimosamente no existe para otras especies de abejas colombianas, evidenciado con escasos estudios y ausencia de normas que controlen dichos productos.

Sin embargo, considerando que otras especies de abejas procesan sustancias azucaradas disponibles en la naturaleza y las almacenan, es sensato hablar de miel de otras especies de abejas. (Vit y col., 2006). Las abejas sin aguijón utilizan potes (cavidades de cerumen ovoidales); la extracción de miel en estas abejas en Colombia, es realizada de manera artesanal y sin cuidados higiénicos; no obstante, hay autores de diferentes países que hacen una descripción del proceso de extracción. (Rovira y col., 2005; Vit, 2008; Nogueira, 1997; Stamatti, 2007; Villas, 2012). Los procedimientos no cuentan con indicadores de madurez de potes y muchos investigadores de diferentes países como Brasil, México, Bolivia, Perú, Venezuela y Guatemala, han tomado experiencias empíricas de meliponicultores que cosechan la miel de estas especies cuando los potes están sellados o el nido cuenta con una alta cantidad de potes; pero dicha actividad es realizada sin detallar métodos unificados, o con indicaciones precisas acerca del tipo y estado de los potes. Específicamente para la miel de la especie (*Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811)) es cosechada habitualmente por el método de partición de potes; el productor toma los potes de miel, les realiza cortes con un cuchillo en diferentes direcciones procurando abrir todas las celdas y vierte la miel a través de un lienzo, para que caiga por gravedad.

Es por esta razón que el proceso de producción de miel de abejas sin aguijón, debe ser transformado gradualmente, con el objetivo de que cumpla con los requisitos impuestos en el mercado nacional e internacional, certificado por la inocuidad del producto. Este progresivo cambio exige un esfuerzo de innovación e inversión para los meliponicultores, los cuales deberán llevar a cabo ciertas actividades de mejoramiento, que certifiquen el adecuado manejo de las colmenas, con las buenas prácticas de manejo y que las técnicas aplicadas a la conservación del producto, sean evaluadas por investigadores calificados, las cuales le darán el debido valor agregado al producto junto con seguridad y satisfacción al consumidor. La explotación de abejas sin aguijón, es una alternativa económica y ambiental, dado a que presta mayores servicios a medida que crece a los

agroecosistemas. Es una actividad que requiere pocos implementos de protección, debido a la baja defensividad de las abejas, permitiendo a cualquier miembro de la familia realizar el manejo, con mira a una fuente de ingresos complementaria a otras actividades. Hoy día son muy valorados los productos naturales que presenten sellos de calidad, que designen productos ecológicos que aseguren las buenas prácticas de producción, manufactura y ambientales.

El presente trabajo estableció que la especie de abeja sin aguijón más promisoría para producción de miel en Colombia es *T. angustula*, por abundancia de colmenas y adaptabilidad a diversos ambientes naturales es la especie con mayor potencial productivo. Para la miel de esta especie fueron evaluados los cambios ocurridos antes y después de la cosecha, permitiendo establecer cuatro tipos diferentes de potes, cada uno con características de Humedad, °Brix y pH diferentes, demostrando que se deben tener en cuenta ciertos parámetros (tipo de pote) para garantizar una extracción de miel con características uniformes. Se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos a muestras de miel cosechada por varios métodos; dichas muestras fueron sometidas a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento. Los resultados mostraron poca variabilidad en los parámetros fisicoquímicos analizados, mientras que en los resultados microbiológicos evidenciaron, en varios casos, la presencia de la bacteria *Clostridium perfringens*, y poblaciones muy altas de Mesófilos, Hongos y Levaduras; la causa más probable de esta presencia de microorganismos es la inadecuada manipulación de herramientas, colmenas y técnicas en la extracción del producto, además de factores como la ubicación de las colmena. Estos resultados condujeron a proponer, construir y probar un diseño de colmena exclusivo para *T. angustula*, orientado hacia la solución de estos problemas.

Con este trabajo se pretende dar pasos firmes hacia la adopción de la meliponicultura en Colombia como una alternativa orientada al fomento de esta actividad en Colombia, guardando un equilibrio económico y ambiental que mejore la productividad del campesino colombiano, pero orientada hacia la producción de miel que cumpla estrictos requisitos de calidad, con los mismos argumentos que se aplican reglamentariamente a los alimentos en este país y en el contexto internacional.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La calidad de vida está directamente relacionada con la salud del planeta, debido a que la población humana depende de gran cantidad de otras especies animales y vegetales para su supervivencia. Un tercio de los alimentos que se consumen, está disponible gracias a la polinización, y aproximadamente la mitad de los animales que polinizan las plantas tropicales son abejas (Nates, 2009).

Los polinizadores, encabezados por las abejas, proveen incalculables beneficios económicos y ecológicos a los humanos, a las plantas con flores y a la fauna silvestre. Estudios recientes sugieren que se pierden, a escala mundial, los polinizadores y sus servicios ecológicos, debido a la disminución, destrucción y fragmentación de hábitats, entre otras causas lo que conllevaría una crisis en la polinización agrícola (Buchmann y col., 2005; Genaro, 2007).

En la actualidad, cuando se hace referencia a las abejas, tradicionalmente se asocia con abejas melíferas (*Apis mellifera*). De hecho, en las áreas tropicales y subdesarrolladas los proyectos que surgen para integrar las abejas y el bosque han sido con abejas *Apis mellifera* y se habla de sistemas agroforestales combinados con la apicultura, para la obtención de miel y otros productos. (Whatson, 2001). Sin tener en cuenta que las actividades humanas tal como la fragmentación del hábitat y otros cambios ocasionados por el uso de la tierra, agricultura, plaguicidas e introducción de especies no nativas han provocado el deterioro de la frágil relación entre polinizadores y los bosques. El aislamiento espacial provocado por esta fragmentación se incrementa, más que el rango de forrajeo de los polinizadores, causando una gran reducción en la polinización (Kearns y col., 1998). Por ejemplo los cultivos a gran escala en un momento dado significaron la pérdida del hábitat de potenciales polinizadores silvestres, sin embargo no quiere decir que dichos polinizadores ya no se requieran, todo lo contrario, con un nivel de producción a gran escala los polinizadores son económicamente más importantes. Incluso en

sistemas naturales la función polinizadora de las abejas sin aguijón se ha estimado en un 30-50% de todas las plantas al menos en las tierras bajas de América Tropical (Biesmejer, 1997).

La sobreexplotación de los árboles y de los bosques ha provocado la disminución en el número de colonias de abejas, siendo este uno de los muchos efectos negativos de la degradación del entorno (Kearns y col., 1998). Las poblaciones de abejas sin aguijón (abejas nativas de los trópicos y sub-trópicos), se han visto reducidas por la ausencia de vegetación, por lo tanto la deforestación se ve como una amenaza al papel que las abejas ejercen en la polinización de las plantas con flor.

También se encuentra una limitante para su dispersión y producción, la falta de disponibilidad de gran número de colonias, la baja producción y apatía de conocimiento sobre la necesidad de polinización y de cuáles son los polinizadores más importantes de los cultivos tropicales, llevando a muchas especies a su extinción.

1.1 Especies de abejas

Se presume que en el neotrópico hay casi 6000 especies de abejas; 3000 especies de lengua larga (*Apidae* y *Megachilidae*) y 3000 de lengua corta (*Colletidae*, *Andrenidae*, *Halictidae*), que con sus visitas frecuentes a las flores se convierten en polinizadores eficientes, a diferencia de otros animales, que solo las visitan ocasionalmente (Roubik, 1995). Y para Colombia se estiman aproximadamente 1000 especies de abejas, agrupadas en 90 géneros y cinco familias. Las abejas silvestres no-*Apis* conforman aproximadamente el 90% del total de las abejas del mundo, son muy variadas, su biología es poco conocida y sus relaciones con el ser humano mucho menos. (Nates, 2001). Entre los insectos, hay dos grupos que ocupan un lugar destacado de valor económico para el hombre: el gusano de seda por la fibra que producen con un alto valor comercial, y las abejas productoras de miel.

Las abejas pertenecen al Reino Animalia, a la Clase Insecta, al Orden *Hymenoptera* y a la Familia *Apidae*. Y esta consta de dos Subfamilias: *Bombinae* y *Apinae*. La *Bombinae* presenta dos Tribus: *Euglosini* (abejas de las Orquídeas) y *Bombini* (los abejorros); la *Apinae* se subdivide en las tribus *Meliponini* (abejas sin aguijón) y *Apini* (las abejas melíferas). Continuando con la clasificación taxonómica, la tribu *Apini* presenta un solo

Género: el *Apis*, en el cual existen cuatro Especies: la abeja melífera gigante *Apis dorsata*, la abeja melífera enana *Apis florea*, la abeja melífera oriental *Apis cerana* y la abeja melífera occidental *Apis mellifera*. Esta última; originaria de Europa, África y Asia Suroccidental, debido a los diferentes factores ambientales existentes en cada región, se desarrollaron grupos de individuos que aunque perteneciendo a una misma especie se adaptaron a un medio particular; originando otro grupo de individuos que se denominan Razas geográficas o Subespecies. Las principales razas geográficas introducidas a América fueron: La abeja negra o alemana *Apis mellifera mellifera*, La abeja italiana o amarilla *Apis mellifera ligústica*, La abeja carniola o cárnica *Apis mellifera cárnica*, La abeja caucásica *Apis mellifera caucásica*. (Michener, 2007). Por tanto, antes de 1957, la población de abejas melíferas en Suramérica eran el resultado de la recombinación entre estas razas, la raza africana *Apis mellifera adansonii* hoy *scutellata*, la cual fue introducida al Brasil en 1956 para desarrollar su apicultura. Sin embargo, un año después se escaparon algunos enjambres que se cruzaron libremente con la población de abejas europeas existente, originándose entonces el híbrido que conocemos como abeja africanizada, que se ha extendido por casi toda América. En Colombia, las abejas africanizadas penetraron por los Llanos Orientales y la Guajira procedentes de Venezuela en 1978; extendiéndose a todo el territorio hacia 1983. (Hogue, 1993; Kerr y col., 2001).

La abeja *Apis mellifera* es la única especie *melifera* que evolucionó en Europa y África, donde por efectos ambientales y de aislamiento geográfico se ramificó en varias razas o subespecies. Las poblaciones de abejas *meliferas* europeas y africanas estuvieron separadas por más de 70,000 años, tiempo durante el cual fueron influidas por distintos ambientes. Las mutaciones y la selección natural propiciaron adaptaciones a condiciones muy diferentes, lo que moldeó y originó variación en sus características morfológicas, fisiológicas y de comportamiento, dando lugar a distintas subespecies o ecotipos de abejas; es decir, abejas adaptadas a una región ecológica en particular. Se reconoce la existencia de 24 subespecies de la abeja *melifera*, *A. mellifera*, diez de las cuales evolucionaron en África, ocho en Europa y seis en el cercano oriente. (Ruttner, F. 1988)

Se tiene muy poca información respecto a las abejas sin aguijón probablemente debido a su distribución tropical (Michener., 2000), con excepción de aquellas en Australia, que si han sido estudiadas con mayor profundidad (Franck y col., 2004; Irish y col., 2008; Oddo y col., 2008). En Latinoamérica existen un número creciente de estudios, estos se han

realizado principalmente en México (De la Rúa y col., 2007; Quezada y col., 2007; Ramírez-Arriaga & Martínez., 2007; Sánchez y col., 2007); Brasil (Rasmussen y col., 2008) y Colombia (Pedro y col., 2009).

Estudios realizados en el piedemonte llanero departamento del Meta, Colombia, muestran que las especies con mayor capacidad de adaptabilidad a los diferentes paisajes y con mayor densidad de nidos por hectárea es la especie de *T. angustula* y *T. perangulata*. (Nates y col., 2008). Se resalta la abundancia y adaptabilidad de la especie *T. angustula* que presenta una amplia distribución en el continente, desde el sur de México hasta Argentina (Oliveira y col., 2004). *T. angustula* es posiblemente la especie más utilizada en meliponicultura en América (Cortopassi-Laurino y col., 2006). El género tiene cuatro especies, de las cuales solamente *T. angustula* se registra para Colombia, pero debido a diferencias morfológicas y de hábitos de nidificación, es posible que bajo esta denominación se encuentren varias especies aún sin describir (Camargo y col., 2013).

En los Andes colombianos en alturas por encima de los 2500 msnm, (González y col., 2004) se encontraron reportes de 66 especies de abejas descritas, las cuales se agruparon en 26 géneros; mientras que para el departamento de Antioquia se han registrado 70 géneros, aunque no se sabe a ciencia cierta el número de especies (Smith y col., 2008).

1.2 Abejas sin aguijón criadas en Colombia

Para Colombia se conoce la existencia de cerca de 120 especies de abejas sin aguijón, teniendo muchas de estas, importantes usos y representaciones para diversos grupos sociales y culturales. Se realizó un estudio en 16 Departamentos, de Colombia; Antioquia, Atlántico, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Putumayo, Santander, Sucre, Tolima, Valle y Vaupés, reportando la identificación de 25 especies de abejas sin aguijón cultivadas, agrupadas en 12 géneros. Donde se encontraron aproximadamente nueve especies más sin identificación completa, reportando cuatro nuevos registros de meliponinos para Colombia. *Melipona (Michmelia) costaricensis*, en Santander. *Melipona (Eomelipona) marginata*, en Boyacá. *Nannotrigona tristella*, en Santander. *Scaptotrigona barrocoloradensis*, en Cauca y Sucre. (Nates, y col 2013).

En la tabla 1-1 se reportan 36 especies de abejas nativas encontradas en Colombia, donde se identifican los departamentos, altura sobre el nivel del mar (msnm) ubicación, número de nidos y nombre común, publicada por (Nates y col 2013). Esta tabla permite identificar, que en los 16 departamentos encuestados se localizaron 927 nidos de todas las especies de abejas sin aguijón encontradas, de los cuales 526 fueron de *T. angustula*, 106 de la especie *Paratrigona*, 105 de la especie *Melipona*, 71 de la especie *Scaptotrigona* y 64 de la especie *Nannotrigona*.

Tabla 1-1: Lista actual de las principales especies, nombres comunes y distribución de las abejas sin aguijón utilizadas en meliponicultura en Colombia. Nomenclatura y distribución original de acuerdo con (Camargo y col., 2013).

Taxón	Distribución encontrada	Rango altitudinal encontrado (msnm)	No colonias manejadas	Nombres locales reportados
<i>Frieseomelitta</i> spp. Ihering, 1912	ATL+ (u), CAL+, HUI+, SAN+, SUC (u)	100 - 1150	25	angelita negra, chulita, negrita
<i>Melipona (Eomelipona) marginata</i> Lepeletier, 1836 *	BOY	1050	1	ND
<i>Melipona (Melikerria) grandis</i> Guérin, 1844	MET, SAN+	160 - 750	4	ND
<i>Melipona (Melikerria) salti</i> Schwarz, 1932 #	CAL+ (u), SAN+	750 - 1150	7	abejorro (CAL), guanota, guare guare
<i>Melipona (Melipona) favosa</i> Fabricius, 1798	ATL+, SUC+ (u)	100-200	15	canato, cargabarro, rabipintada
<i>Melipona (Melipona) phenax</i> Cockerell, 1919	HUI+	450	1	Carga barro, rabipintada
<i>Melipona (Michmelia) costaricensis</i> Cockerell, 1919 *	SAN	1080 - 1150	17	guanota, sapa
<i>Melipona (Michmelia) eburnea</i> Friese, 1900	BOY (u), CAL+ (u), CAU+, CUN, HUI+, MET+ (u)	160 - 1420	48	abeja real amarilla, abejorro o abejorro, alazán (CAL), alá, boca de sapo, PUT+, SAN+, TOL+ guanota, guare, sapa
<i>Melipona (Michmelia) nebulosa</i> Camargo, 1988	VAU+	200	1	nití dobea (VAU [bará])
<i>Melipona (Michmelia) nigrescens</i> Friese, 1900 #	ANT (u)	1580 - 1700	2	abeja de castilla negra, abejorra
<i>Melipona (Michmelia) cf. rufescens</i> Friese, 1900	VAU	200	4	tõ dobea (VAU [bará])
<i>Melipona (Michmelia) fulva</i> Lepeletier, 1836	CAL, VAU	200 -750	3	abejorro alazán (CAL), tõ beroa (VAU [tatuyo])
<i>Melipona (Michmelia) paraensis</i> Ducke, 1916	ANT	1240	2	boca de sapo
<i>Melipona (Michmelia) sp.</i>	BOY	1050	1	ND

Fuente: (Nates y col 2013).

Tabla 1-1. Lista actual..... (Continuación)

Taxón	Distribución encontrada	Rango altitudinal encontrado (msnm)	No colonias manejadas	Nombres locales reportados
<i>Nannotrigona melanocera</i> Schwarz, 1938	MET (u)	610 - 750	7	angelita
<i>Nannotrigona mellaria</i> Smith, 1862	ANT+ (u), CAU+, CUN, MAG+, SAN+	1100 - 1590	47	angelita, casira (SAN), mosquitos
<i>Nannotrigona testaceicornis</i> Lepeletier, 1836	ANT, CES (u), MAG	1100 - 1700	4	la de churumbela larga (ANT)
<i>Nannotrigona tristella</i> Cockerell, 1922 *	SAN	1080	4	zaragoza (SAN)
<i>Nannotrigona</i> Cockerell, 1922	CAU+, HUI+, SAN+, VAL (u)	450 - 1810	9	mosquitas o mosquitos
<i>Oxytrigona</i> sp. Cockerell, 1917	MET+	750	1	candela (CUN), miona (CUN)
<i>Paratrigona anduzei</i> Schwarz, 1943	SAN+	1560	1	minui (CUN), yuquina (SAN)
<i>Paratrigona eutaeniata</i> Camargo y Moure, 1994 #	ANT+, SAN (u), TOL	1310 – 1710	22	angelita de cafetal, casira (SAN), enredadora, lambejo, yuquina (SAN)
<i>Paratrigona lophocoryphe</i> Moure, 1963	MAG+, SAN+	1100 – 1560	4	abeja de café, casira (SAN), yuquina (SAN)
<i>Paratrigona opaca</i> Cockerell, 1917	BOY, SAN	1150 – 1980	13	angelita, chatón, chupasudor
<i>Paratrigona rinconi</i> Camargo y Moure, 1994 #	CAU+ (u), VAL	1750 - 2250	42	angelita, mosquitos, pegadilla (VAL)
<i>Paratrigona</i> Schwarz, 1938	ANT, CUN, SAN	1410 – 2100	24	colmenita de árbol, mierda'e perro (CUN), perrera (CUN), piojita, rumina (CUN)
<i>Partamona</i> Schwarz, 1939	SAN+	1150	3	barranquera, bocona, chatona (SAN), colimula, cortapelo, cubreparedes, enredapelo, perrera, tierrera (CUN)

Fuente: (Nates y col 2013).

Tabla 1-1. Lista actual.... (Continuación)

Taxón	Distribución encontrada	Rango altitudinal encontrado (msnm)	No colonias manejadas	Nombres locales reportados
<i>Plebeia</i> spp. Schwarz, 1938	ANT+, CAL+, SAN+, VAL+	750 – 1790	10	lambeojo, angelita
<i>Scaptotrigona barrocoloradensis</i> Schwarz, 1951 *	CAU (u), SUC (u)	190 - 1290	30	conga (CAU), enredapelo
<i>Scaptotrigona ochrotricha</i> Buysson, 1892	MET, SAN, TOL	610 - 1350	5	angelita, chatona (SAN), enreda
<i>Scaptotrigona tricolorata</i> Camargo, 1988	ATL+	100	1	picabarba
<i>Scaptotrigona</i> spp. Moure, 1942	ANT+ (u), CAL+ (u), CES (u), CUN, MAG+, VAL+	750 - 1790	35	cañuto, enreda, enredadora, enredapelo, mongolita, negrita, repelador, tacayá(CUN), vinagrillo (CUN)
<i>Scaura longula</i> Lepeletier, 1836	MET	750	1	angelita negra
<i>Tetragona</i> spp. Lepeletier y Serville, 1828	CES+ (u), CUN+, SAN	1100 - 1410	6	mulata, resina
<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille, 1811	ANT (u), ATL+ (u), BOY (u), CAL (u), CAU+ (u), CES (u), CUN, HUI, MAG, MET (u), SAN (u), SUC+ (u), VAL (u)	100 – 1900	526	angelita, angelita mona, verdadera angelita, propia angelita, “meliponas”
<i>Trigonisca</i> sp. Moure, 1950	ANT+	1240	1	zaragoza (SAN)

Taxón: # especie descrita de Colombia; * nuevo registró para Colombia; aparece solo el nombre del género cuando este se identificó a través de fotos. **Distribución (departamentos):** ANT Antioquia; ATL Atlántico; BOY Boyacá; CAL Caldas; CAU Cauca; CES Cesar; CUN; Cundinamarca; HUI Huila; MAG Magdalena; MET Meta; PUT Putumayo; SAN Santander; SUC Sucre; TOL Tolima; VAL Valle del Cauca; VAU Vaupés; + nuevo registro en ese departamento; (u) cultivada en ambientes urbanos o semiurbanos. **Nombres locales:** se resalta en negrillas cuando el nombre es reportado por varios informantes para un mismo taxón; en subrayado cuando el mismo nombre (o uno muy similar) es dado a taxones diferentes, pero que comparten ciertas características morfológicas o comportamentales; se especifica un departamento entre paréntesis cuando hay indicios de su utilización parcial o totalmente restringida a esa región para determinados taxones, aún si no se encontraron colonias manejadas; los corchetes indican una lengua diferente al español. **ND:** no hay información.

Fuente: (Nates y col 2013).

1.2.1 Polinización

La polinización biótica es un servicio ecosistémico resultante de la interacción mutualista entre la necesidad de las plantas de movilizar el polen hasta los estigmas, utilizando para ello un animal como vector del polen y la necesidad de los animales de encontrar en las plantas recursos para su alimentación y su reproducción. Así, la interacción planta-polinizador involucra, fundamentalmente, elementos del componente reproductivo de la adecuación para las plantas (aunque no podemos desconocer los “compromisos” entre la reproducción y la supervivencia) y elementos tanto de la supervivencia como de la reproducción para los animales. Con una riqueza entre 3.7 y 2.5 millones de especies, estimada recientemente por (Hamilton y col., 2010), los insectos se consideran como los polinizadores más importantes tanto en ecosistemas naturales como en agroecosistemas (Kremen y col., 2007)

Entre los insectos polinizadores se destacan las abejas ya que representan la mitad de todos los animales que polinizan las plantas tropicales, en aéreas cultivadas como en ecosistemas naturales. (Roubik, 1995). Las actividades humanas tal como la fragmentación del hábitat y otros cambios ocasionados por el uso de la tierra, agricultura, plaguicidas e introducción de especies no nativas han provocado el deterioro de la frágil relación entre polinizadores y los bosques. El aislamiento espacial provocado por esta fragmentación se incrementa, más que el rango de forrajeo de los polinizadores, causando una gran reducción en la polinización (Kearns y col., 1998). Por ejemplo los cultivos a gran escala en un momento dado significaron la pérdida del hábitat de potenciales polinizadores silvestres, sin embargo no quiere decir que dichos polinizadores ya no se requieran, todo lo contrario, con un nivel de producción a gran escala los polinizadores son económicamente más importantes. Incluso en sistemas naturales la función polinizadora de las abejas sin aguijón se ha estimado en un 30-50% de todas las plantas al menos en las tierras bajas de América Tropical (Biesmejer, 1997).

La sobreexplotación de los árboles y de los bosques ha provocado la disminución en el número de colonias de abejas, siendo este uno de los muchos efectos negativos de la degradación del entorno (Kearns y col., 1998). Las poblaciones de abejas sin aguijón (abejas nativas de los trópicos y sub-trópicos), se han visto reducidas por la ausencia de vegetación, por tanto la deforestación se ve como una amenaza al papel que las abejas

ejercen en la polinización de las plantas con flor. También se encuentra una limitante para su dispersión y producción, la falta de disponibilidad de gran número de colonias, la baja producción y apatía de conocimiento sobre la necesidad de polinización y de cuáles son los polinizadores más importantes de los cultivos tropicales.

Las abejas realizan una actividad que se conoce como pecoreo o forrajeo es la conducta de éstas en sus recorridos para recolectar el polen o néctar que utilizarán como fuentes proteínicas y energéticas y aceites, resinas y tejidos vegetales para la construcción de sus nidos, para alimentación o como atrayentes sexuales. Estos recursos producidos por las plantas y la cantidad que pueda recolectar una abeja por unidad de tiempo se conocen como recompensas florales (Heinrich y col., 1972). Siempre las hembras son las encargadas de la recolección de néctar y polen debido a que son ellas quienes deben proveer los recursos necesarios para alimentar a las crías, por ende ejercen el papel más importante como polinizadoras, aunque de acuerdo con (Michener, 2000) los machos y abejas parásitas en algunas ocasiones pueden tener un papel polinizador, pero es menos importante debido a que realizan menos visitas florales y carecen de estructuras para la recolección y transporte de polen.

No todas las especies que visitan una flor son potencialmente polinizadores de la misma (hablando de plantas con polinización principalmente entomófila), puesto que el polen que finalmente puede llegar a fertilizar un óvulo es aquel que la abeja pierde durante el paso entre flores conespecíficas o mientras realiza el grooming o limpieza para empacar luego las cargas polínicas, pues se requiere que la abeja manipule la flor de tal manera que entre en contacto con estigmas y/o anteras (Eardley y col., 2006). Adicionalmente, algunos de los visitantes que recibe una flor, toman el polen o néctar de tal manera que no polinizan la flor, por tanto se consideran ladrones o polinizadores ilegítimos (Viejo-Montesinos, 1996).

Económicamente, las abejas no sólo son importantes por los productos. Se estima que un tercio de la nutrición humana depende directa o indirectamente de la polinización realizada por ellas. (Villas, 2012). La tendencia de mantener abejas sin aguijón para polinización en campo abierto es relativamente nueva. En Brasil, mediante la aplicación de la meliponicultura migratoria se ha observado que algunas especies de *Melipona* recolectan néctar y polinizan flores de naranja (Barros, 1994). *Trigona corvina* y *Trigona*

cupira fueron registradas como dos de los polinizadores primarios más importantes de *Sechium edule* (guatilla, chayote) en Costa Rica (Wille y col., 1983).

También han sido utilizadas con éxito en invernaderos. *Nannotrigona perilampoides* fue importada desde Brasil hasta Japón, donde se utilizó exitosamente en la polinización de fresa; colonias pequeñas de *Plebeia* del sur de Brasil, algunas *Melipona* de México y *Lepidotrigona* de Taiwán han sido llevadas a climas subtropicales, donde se han adaptado bien, (Maeta y col., 1992); en Costa Rica, *T. angustula* y *Nannotrigona testaceicornis* fueron efectivas para polinizar *Salvia farinacea* en invernaderos (Slaa y col., 2000); en México, *Partamona bilineata* para polinizar *cucurbitáceas* (Aguilar, 2001). En invernaderos de tomates, *N. perilampoides* puede ser una alternativa al uso de *A. mellifera* y *Bombus spp.* (Cauich, y col, 2004); y en Australia se han utilizado especies de *Trigona* para polinizar macadamia (Aguilar, 2001).

Si bien algunas especies no son muy apropiadas para polinización (tienen colonias pequeñas, son muy agresivas, tienen hábitos de nidificación restringidos, cortan, perforan, muerden flores, frutos, tallos de plantas, p. ej. *Trigona s. str.*); es posible encontrar otras que si se adaptan muy bien y pueden ser susceptibles, de ser manejadas como polinizadores efectivos (tienen colonias grandes, son dóciles, adaptables a domicilios artificiales y especialmente, pueden ser mantenidas en los mismos nidos originales en los que se encuentren) (Roubik, 1995). *T. angustula* (angelita) y especies de los géneros *Melipona*, *Nannotrigona*, *Scaptotrigona* y *Cephalotrigona* son algunas de las que se podrían utilizar como polinizadores. (Nates, 2005).

Según (Rezende y col., 1996), la importancia de las abejas en la polinización se ha estudiado desde los tiempos de Mendel y de Darwin. Actualmente, el valor económico de la polinización es mayor al de subproductos como la miel y la cera. En el reino Unido se estimó que el valor de la polinización por abejas asciende a las £200 millones por año en este país, mientras que en Canadá las cifras son superiores indicando que entre US\$1,6 a 5.7 billones cuesta la polinización de sus cultivos (Carreck y col, 1998), aunque (Kevan y col., 2007) consideran que los costos de la polinización están subestimados, debido a que en los cálculos no se tiene en cuenta el uso de las semillas que se producen gracias a la polinización cruzada.

Estudios en países tropicales con vocación cafetera como Panamá, Costa Rica, Ecuador e Indonesia han demostrado que la producción (número de granos por planta) y la calidad

de sus semillas (peso y aroma) pueden aumentar gracias a la polinización cruzada mediada por abejas silvestres, comprobando además la importancia de estos insectos como los principales polinizadores de cultivos y plantas silvestres (Heard, 1999).

En Colombia, el café se cultiva en zonas con características edafológicas, climáticas y socioeconómicas muy diferentes, lo que da lugar a una amplia gama de sistemas de producción. La especie *Coffea arabica* encontró en el agroecosistema cafetero y en la vocación agrícola de sus habitantes el mejor lugar para adaptarse y convertirse en el promotor del desarrollo rural y en general del país. El cultivo se inició en el oriente del país en los Santanderes, posteriormente en el Gran Cauca y en Antioquia. (Arcila y col., 2007). El agroecosistema cafetero se ha caracterizado por el buen manejo que ha recibido, lo cual ha permitido la preservación de recursos renovables, la protección de biodiversidad y el mantenimiento del equilibrio biológico, al no hacerse uso de insecticidas en forma irracional e indiscriminada (Bustillo, 2002). Estudio realizado en dos localidades evaluando tres sistemas de cultivo de café: Bajo sombra, cercanos al bosque y libre exposición del efecto de las abejas silvestres en la polinización de café, en el Departamento de Antioquia, por (Jaramillo, 2012), determinando que la distribución de riqueza de especies por sistemas de producción, aportan especies únicas al ecosistema cafetero. De las 97 especies colectadas, el 45% fueron abejas solitarias y el 19% abejas sociales sin aguijón (*Meliponini*). Los géneros más abundantes fueron *Eulaema* (21,21%), *Apis* (17,58%), *Euglossa* (16,97%) y *Augochlorella* (9,70%) en una localidad, mientras que en la otra fueron *Trigona* (25,24%), *Apis* (19,28%), *Euglossa* (15%) y *Eulaema* (9,52%). La familia *Apidae* fue la más abundante en ambas localidades con 26 y 25 especies para cada localidad, seguida de *Halictidae* con 20 y 24; de *Megachilidae* solo se colectaron dos especies, un ejemplar en cada localidad. En dos sistemas evaluados, cercano a bosque y libre exposición, en las dos localidades, las especies de los géneros *Tetragonisca* y *Trigona* permanecieron por más tiempo en las flores, mientras en el sistema bajo sombra en ninguna de las dos localidades, se encontró *T. angustula*; sin embargo, en los otros dos sistemas mostró preferencia por polen; mientras que *Apis mellifera* fue más generalista, y se encontró alimentándose tanto de polen como de néctar. En el sistema a libre exposición el recurso más colectado por las abejas fue el polen. Los muestreos rápidos de abejas en los períodos de floración, permiten dilucidar la importancia de los

sistemas de producción cafeteros en la conservación de las comunidades de abejas silvestres en la región.

Teniendo en cuenta que la polinización cruzada es producto de la gravedad, el viento y la presencia de abejas; resultados obtenidos en investigaciones en donde evaluaron el rendimiento con la presencia y ausencia de abejas en diferentes cultivos, en café se obtuvieron rendimientos en plantas cubiertas de 61,6% y en descubiertas en las cuales las abejas podían realizar las visitas florales un rendimiento de 72,9%. (Nogueira y col., 1959); otros valores obtenidos en café, muestran un aumento en el rendimiento del 15% atribuido al efecto de las abejas (Flórez, 2002); en tomate se incrementó el rendimiento en no menos del 50% (Greenleaf y col., 2006), en fresa y mora la polinización dirigida con abejas, produjo incrementos en la producción del número de frutos por planta del 61.1% y 98.8% respectivamente (Vásquez y col., 2006) y en aguacate y mango este mismo método de polinización dirigida con abejas, produjo incrementos en la producción del número de frutos por planta del 96% y 69% respectivamente (Vásquez y col., 2011) en todas las investigaciones mencionadas, la cantidad y calidad de los frutos presentaron mayor rendimiento en aquellos tratamientos con presencia de abejas.

1.2.2 Producción de miel

Existen dos grandes grupos de abejas productoras de miel: aquellas con aguijón (*Apis mellifera*), es un insecto que pertenece, dentro del orden de los *Himenópteros* a la familia *Apidae* y al género *Apis*; este género comprende 4 especies todas ellas sociales: conocidas principalmente como productoras de miel, pero también generan cera, propóleos, polen, jalea real, entre otros, y pueden ser criadas para la explotación de estos productos y sin aguijón. Estas últimas pertenecen a la subfamilia *Meliponinae*, tribu *Meliponini* y *Trigonini*, y poseen una amplia distribución geográfica, encontrándose en las áreas tropicales y subtropicales del mundo (Nates, 2001).

Las abejas sin aguijón utilizadas para la explotación de miel corresponden principalmente a *T. angustula* y algunas especies del género *Melipona*. Cabe notar que estas especies no compiten en cantidad con la producción de miel de la abeja *A. mellifera*, pero se cree que tienen características especiales y se vende a precios bastante altos. En Colombia y en el mundo existen normas y especificaciones de producción de miel de abejas, pero todas estas reglamentaciones están establecidas con base en la producción de miel de *A. mellifera*; la cosecha de miel se debe realizar en el momento que más del 70% del panal

este operculado, La resolución 001057 de marzo del 2012, presenta unos parámetros de contenido aparente de azúcar reductor, calculado como azúcar Invertido: miel de abejas 65 % como mínimo, contenido de humedad: miel de abejas 18 % como máximo, contenido aparente de sacarosa: miel de abejas 5 % como máximo, contenido de sólidos insolubles en agua: mieles distintas de la miel prensada 0,1 % como máximo y otros. Esto dando como resultado un desconocimiento de parámetros reales para la producción de miel de otras especies de abejas.

La miel de abejas sin aguijón es muy valorada, su precio va desde cinco hasta 80 USD por litro. Se vende por litros o en goteros de 10 ó 20 ml. En promedio, pueden esperarse producciones de 10 a 12 kg por colonia al año, por ello la producción es cuatro ó cinco veces menor que la miel de las abejas del género *Apis*. (Ramos-Elorduy y col., 2009)

1.3 Apicultura

El término apicultura proviene del latín *Apis* (abeja) y *Cultura* (cultivo), es decir la ciencia que se dedica al cultivo de las abejas. La apicultura nace cuando el hombre intenta conocer el mundo de las abejas. Tomando un tronco hueco e intentando mantener una colonia. La evidencia del aprovechamiento de abejas por parte de los egipcios en sus jeroglíficos se ubica en el año 2500 a. C. Es en el año 1500 a. C. cuando se escribe sobre las abejas, siendo ésta la primera evidencia escrita. En el siglo XVI Méndez de Torres escribe el primer texto sobre apicultura en España y además establece como se reproducen las abejas. Hasta el Siglo XVIII se trata de una apicultura tradicional. Por medio de los avances científicos y sobre todo biológicos se lleva a cabo un conocimiento más profundo del comportamiento del enjambre, todos estos conocimientos, apoyados en el invento de una colmena con cuadros perfectamente móviles y manejables, propuestos por un estadounidense, Lorenzo Lorraine Langstroht en 1851 nos condujeron a una apicultura técnica moderna (Prieto, 2002).

La colmena de marcos móviles, diez años más tarde era popular en los Estados Unidos, poco después pasó a Inglaterra y de allí al continente europeo. En cada país surgieron modificaciones y modalidades, acompañadas por una gran cantidad de nuevos inventos y procedimientos: las hojas de cera estampada creadas por el alemán Johannes Mering (1857), la extracción de miel centrífuga en Austria (1865), el perfeccionamiento del

excluidor de reinas (Francia, 1865) o el escape de abejas creado por Porter en Estados Unidos en el año 1891 (Mc Gregor, 1984).

1.4 Meliponicultura

Teniendo en cuenta que las abejas sin aguijón, se producen en las regiones tropicales de la tierra, ocupando casi toda América Latina, África, el sudeste de Asia y el norte de Australia. Sin embargo, en las Américas es donde gran parte de la diversidad de especies se suscita, son alrededor de 400 tipos descritos según la catalogación más reciente, al mismo tiempo que la manifestación de la cultura en manejo de estos insectos se expresa con mayor intensidad. (Villas-Bôas,. 2012).

La miel ha sido utilizada como mercancía y tributo en Yucatán a través de la historia, y parece que fue así en tiempos prehistóricos, también con base en algunas referencias históricas, se cree que las técnicas de cultivo de abejas permanecen virtualmente idénticas a las utilizadas en tiempos prehistóricos, excepto por algunas pequeñas modificaciones, (Weaver y col., 1981).

La miel y la cera fueron productos comercializados por los indígenas para pagar los impuestos a los colonizadores; la cera se exportaba a España, y se conocía con el nombre de cera de Campeche. En Costa Rica, los habitantes de la Península de Nicoya conservaban y criaban a las abejas sin aguijón, cuya producción de miel abastecía el consumo nacional hasta los inicios del siglo XX. (Ramírez y col., 1995).

Las abejas sin aguijón eran las únicas abejas que almacenaban miel dentro de colonias y eran aprovechadas por muchas culturas indígenas de América del Sur y Central, quienes utilizaban su miel, cera y polen. La cultura Maya de Centroamérica desarrolló un sistema de mantener en colmenas de troncos huecos una especie de la abeja Melipona, puesto que la miel era importante para sus celebraciones religiosas y hacían festivales y ritos para asegurarse de buenas cosechas de miel. Es el único caso mundial donde una apicultura se desarrollara con una especie no-*Apis*. Esta meliponicultura todavía existe en algunas regiones de Centro y Sur América. Rendimientos de 10-12 kg/año son los máximos que se cosechan con estas abejas. (Enríquez col., 2006). Según datos reportados una colmena de *T. angustula* puede producir un litro de miel por año, aunque dicha cifra depende de diferentes condiciones; el tamaño de los nidos, la cercanía a fuentes de alimento o flores y los parámetros a tener en cuenta para la extracción de la

miel son abrir cuidadosamente el nido, localizar los potes con miel madura (aquellos que están cerrados), si los potes se encuentran en un alza, sacarla con cuidado, si no se pueden sacar los potes, realizar un agujero en cada uno y con la ayuda de una jeringa nueva se extrae la miel, esta debe ser depositada en recipientes limpios y para comercializarla se coloca en frascos de vidrio debidamente marcados. (Baquero y col., 2007).

Las colonias de varias especies de abejas sin aguijón han sido domesticadas en América Latina desde tiempos precolombinos y actualmente se cultivan (meliponicultura) con mayor intensidad en México y en Brasil. Hoy en día en el Continente Americano unas 14 especies de *Melipona* y unas 21 especies de *Trigona* son manejadas tradicionalmente por los campesinos. (Rovira, y col., 2005). Las publicaciones encontradas de estudios e investigaciones en comportamiento, manejo y propiedades de sus productos se destacan las especies de *T. angustula*, *Melipona compressipes*, *Melipona favosa*, *Melipona ebúrnea*, *Lestrimelitta limao*, *P. frontalis*, *Scaptotrigona* y otras lo que permite pronosticar un panorama promisorio para la explotación de abejas sin aguijón en los diferentes países que pertenecen al trópico donde se encuentran estas especies.

Algunas experiencias de meliponicultura en América Latina que se han desarrollado se evidencian en los siguientes países; en Bolivia, con la cartilla divulgativa y trabajo con comunidad Sioronó; en Venezuela, trabajo con meliponicultores liderado por la Universidad del Táchira; en Colombia, meliponicultura en educación; Colegio departamental de Acacias Coordinado por el Laboratorio de Investigaciones en Abejas del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia (LABUN), meliponicultura para polinización, proyecto liderado por la Corporación Bucaramanga Emprendedora; varios proyectos individuales y grupales aislados en producción; en Ecuador, Fundación para el Desarrollo de Alternativas Comunitarias de Conservación del Trópico (ALTROPICO), proyecto de la abeja Wimal, una especie de abeja nativa que se encuentra en el noroccidente del Ecuador; en Brasil, múltiples experiencias, lista de discusión en línea de meliponicultura, Criadero de Abejas Nativas de Brasil (ABENA), varias universidades (Universidad de São Paulo, Universidad Federal de Viçosa, Universidad de Ceara, entre muchas otras), proyecto Iraquara y trabajo de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y del Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonia el (INPA) en la Amazonía, gran cantidad de productores

independientes o asociados en todos los estados; en Costa Rica, trabajos liderados por la Universidad Nacional de Heredia y la Universidad de Utrecht; en el Salvador, trabajos liderados por el Proyecto de Manejo de Abejas y del Bosque (PROMABOS); en México, trabajos liderados por universidades, productores independientes en varias zonas del país; en Guatemala, trabajo de productores independientes con el apoyo de diversas organizaciones. (Rosso y col., 2005).

1.4.1 Desarrollo de la meliponicultura.

En épocas precolombinas, los pobladores indígenas utilizaban en diversas formas los productos de las abejas (Nates, 1995); hay relatos de cronistas que evidencian la obtención de cera, polen y miel por parte de los muiscas, tayronas, tunebos, etc. (Cabrera y col., 1999). En Centroamérica se mantiene esta tradición y en algunos países de Latinoamérica pero en Colombia se ha perdido. Existen estudios etnozoológicos en los que se demuestra que los insectos, especialmente las abejas, son parte importante de la estructura social de ciertas comunidades indígenas y además se percibe un alto grado de conocimiento sobre la vida de las abejas sin aguijón. Los indios kayapo de la Amazonía brasileña (Posey y col., 1985), los andoke de la Amazonía Colombiana (Jara, 1996), los nukak del noroeste Amazónico (Cabrera y col., 1999) y los Uwa de la Sierra Nevada del Cocuy en la Cordillera Oriental de Colombia (Falchetti, 1997; Falchetti y col., 2002) son algunos de los pueblos en los que se ha investigado este aspecto. (Nates, 2009)

La meliponicultura o crianza de abejas sin aguijón, tiene una amplia tradición en México, sobre todo en el sureste del país. Una actividad muy importante para la civilización Maya, la Tolteca, la Azteca e incluso se comercializaba en el mercado de Tenochtitlán. Los Toltecas tenían un gran aprecio por las abejas, creían que las almas se transformaban en insectos, incluso se hace referencia a una “alma de abeja”, lo que indica que el “dios abeja” es una forma posible del alma (Clavijero, 1945). Los Maya criaban abejas sin aguijón antes de la llegada de Colón, por lo tanto la explotación estaba perfectamente controlada (Swartz 1949). En la cultura maya las abejas simbolizaban la unión con el mundo espiritual, donde la deidad “Ah Mucen Cab” (Divina Abeja Roja) corresponde a la especie *Melipona beecheii* Bennett, 1831 (Darchen, 1974).

En México el desarrollo de la meliponicultura se encuentra concentrado principalmente en toda la Península de Yucatán con aproximadamente 500 productores. En Puebla, Veracruz y otros estados se cría la abeja *Melipona beecheii* pero en una escala poco

significativa. Para los productores que son en su mayoría indígenas maya del poblado de Chololá, la meliponicultura no representa una actividad que requiera grandes inversiones pero su producción presenta ciertas desventajas, como lo es baja producción y comercialización lenta. (Ángeles, y col., 2002). En Zongolica, Veracruz, la gente no cultiva generalmente las abejas sin aguijón, las localiza en sus nidos naturales, en troncos huecos, de árboles vivos o muertos, o el nido se encuentra entre piedras sobrepuestas, o bien, debajo de las tejas de las casas o en los aleros de los techos. La gente saca la miel por la entrada de cera que construyen las abejas y que se encuentran en el vértice del tejado de la casa o en otras partes. En Zongolica se identificaron tres especies de abejas sin aguijón que ellos explotan: *Partamona bilineata* (Say, 1837), *Trigona (Frieseomelitta) nigra* Lepeletier, 1836 y *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811). Generalmente en las afueras del poblado la gente cultiva las abejas en cajas de madera, rectangulares, pequeñas, o ponen los nidos en ollas de barro con un agujero para luego apilar las ollas una sobre otra en repisas de madera, colgadas de las paredes laterales de las casas (Medina 1992).

En Pedra Blanca Brasil, se identificaron cuatro especies de abejas sin aguijón que se cultivan: *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836, *Tetragonisca angustula* Illiger, 1900, *Axestrigona sp* y *Trigona fulviventris* Guérin, 1837. Los cultivos se realizan en cajas de madera en forma de prisma rectangular, selladas con mucho propóleo que las abejas elaboran. También se cultivan en troncos huecos con tapas de madera en los extremos. En general mantienen los nidos colgados de los techos utilizados para cubrir las reservas de agua o en las paredes externas de las casas (Ramos-Elorduy y col., 2009).

En Bolivia, aunque son pocos los que trabajan con abejas nativas, el interés aumenta con el tiempo. Tres comunidades Tacanas desarrollaron un proyecto en la iniciación de la meliponicultura en su zona. Logrando identificar 130 nidos silvestres de abejas sin aguijón que fueron trasladados a los diferentes meliponarios, de los cuales 100 fueron de *T. angustula* (19 en Carmen Pecha, 48 en Santa Fe y 33 en San Pedro), 24 de *Melipona rufiventris* (6 en Carmen Pecha, 10 en Santa Fe y 8 en San Pedro) y el resto otras especies; mostrando mayor abundancia de la especie *T. angustula*, las características de los lugares de nidificación en condiciones naturales, para *T. angustula* son principalmente en troncos de *A. urundeuva*, para *Melipona rufiventris* no se observaron preferencias, sin embargo, los árboles utilizados por esta abeja tienen diámetro aparente promedio de 42

cm y una altura de 19 m, árboles grandes que generalmente se encuentran en el bosque y no en barbechos donde se observó mayor ocurrencia de nidos de abejas *T. angustula*. (Copa-alvaro, 2004).

En Guatemala, en donde la meliponicultura es una actividad restringida a áreas rurales, se reporta la crianza de al menos 32 especies de abejas sin aguijón. Donde popularmente se atribuyen propiedades medicinales a los productos de la colmena de estas abejas (Dardón y col., 2005)

En Colombia la producción de miel de meliponinos por diversas razones relacionadas con su escasez, sus características medicinales y otras propiedades, alcanza precios más altos que la de *A. mellifera* en los mercados locales, lo cual las hace una interesante alternativa de ingresos complementarios para las familias rurales. En muchos casos la obtención de este producto la realizan cazadores de miel, quienes al momento de extraerla destruyen la colonia y el árbol en el que se encuentra, quedando en muy malas condiciones; haciéndola vulnerable al ataque de parásitos y predadores (Nates y col., 2013). Es difícil establecer un precio medio de venta de esta miel, existen datos que indican precios desde cinco hasta 80 USD por litro. La presentación más común es en botellas y envases de vidrio o en goteros de diez ó 20 mililitros (Ramos-Elorduy y col., 2009).

La producción de miel por colonia también es muy variable, por el gran número de especies y las condiciones ecológicas de las diferentes localidades. En promedio, pueden esperarse producciones (en litros por colonia al año) entre uno y cuatro litros para especies del género *Melipona*; entre 500 mililitros y un litro para *T. angustula*, y entre 0,4 y ocho litros para otras especies. Se han reportado producciones de hasta diez litros en condiciones especiales, como las floraciones abundantes y con la práctica de la meliponicultura migratoria (técnica mediante la cual se transportan las colmenas de una zona a otra, en busca de las principales temporadas de floración de cultivos o bosques, lo cual asegura una provisión constante de pasto apícola para las abejas, que se refleja en altas producciones de miel). (Rosso y col., 2005).

De acuerdo con los estimativos de diversidad, las especies reportadas como cultivadas y en comparación con otros países en los que se desarrolla la meliponicultura, es considerable la diversidad y uso de abejas sin aguijón en Colombia, como se puede observar en la tabla 1-2, donde se presenta el número estimado de especies de abejas

sin aguijón y número de especies cultivadas, en Colombia y otros países publicada por (Nates y col., 2013).

Tabla 1-2: Número estimado de especies de abejas sin aguijón y número de especies cultivadas en Colombia y otros países en los que se desarrolla la meliponicultura.

Región	(a) Especies estimadas	(b) Especies cultivadas (%)	Referencias
Colombia	120	34 (28)	(a) Nates-Parra, 2005;(b) este trabajo
Amazonía	47	4 (9)	(a) Nates-Parra, 2001; (b) este trabajo
Andina	77	27 (35)	
Caribe	26	10 (38)	
Orinoquía	65	6 (9)	
Pacífico	36	ND	
Argentina	33	11 (33)	(a) y (b) Roig-Alsina et al; 2013
Australia	15	7 (47)	(a) Ascher y Pickering, 2013; (b) Halcroft et al; 2013
Brasil	237	32 (14)	(a) Ascher y Pickering, 2013; (b) Venturieri et al; 2012
Costa Rica	58	20 (34)	(a) y (b) Aguilar et al; 2013
México	46	12 (26)	(a) Ayala et al., 2013; (b) González-Acereto et al., 2006; Ayala et al., 2013
Perú	100	7 (7)	(a) Ascher y Pickering, 2013; (b) Rasmussen y Castillo, 2003

Fuente: (Nates y col., 2013).

México, Australia, Brasil, Costa Rica, Bolivia y Colombia en donde se ha argumentado el aprovechamiento del cultivo de abejas sin aguijón, hoy se crían especies diferentes a las que tradicionalmente se han usado para la obtención de miel y otros productos para consumo, mercadeo o uso medicinal. Esto puede ser consecuencia de la reciente adopción de la meliponicultura como pasatiempo o proyectos educativos, y que algunas especies han comenzado a cultivarse con el propósito casi exclusivo de su uso como polinizadores de cultivos (Rosso y col., 2001; Venturieri y col., 2012; Aguilar y col., 2013; Ayala y col., 2013; Halcroft y col., 2013).

1.4.2 Tipos de colmenas desarrolladas para especies de abejas sin aguijón

La mayoría de Meliponinos nidifican en casi cualquier cavidad que encuentren disponible, desde agujeros de árboles, piso o paredes, incluyendo tumbas de los cementerios, hasta nidos abandonados de escarabajos o nidos vivos de *Nasutitermes* (termitas) y hormigas, también son capaces de hacer nidos completamente subterráneos, hasta cuatro metros bajo tierra (por ejemplo: *Geotrigona*), completamente expuestos, pendientes de ramas de árboles (*Paratrigona*) o sobre paredes de edificaciones (*Partamona*). La entrada al nido puede ser un tubo de cera, ya sea recto (como en *Scaptotrigona*, *Nannotrigona* y *Tetragonisca*), en forma de trompeta (*Tetragona*, algunas especies de *Melipona*) o un orificio por donde sólo cabe una abeja. El principal material utilizado en la construcción del nido es el cerumen (mezcla de cera secretada de los tergos metasomales y resinas o gomas recolectadas por las abejas); algunas especies adicionan otros materiales, tales como pedazos de hojas, ramas, excrementos, barro y, aun, productos artificiales como brea y pintura. La mayor parte de las especies construye en el plano horizontal, con celdas de tamaño uniforme y cilíndricas (excepto por algunas especies que hacen celdas reales). Generalmente, la región de cría está rodeada por un involucro, estructura consistente en capas de láminas de cera superpuestas pero dejando espacios para circulación de abejas. A diferencia de *A. mellifera*, las celdas son aprovisionadas masivamente, en seguida la reina pone un huevo y las obreras cierran la celda. El alimento es depositado en potes especiales, de mayor tamaño y más anchos que las celdas, generalmente ubicados en las proximidades de la región de la cría. El tamaño de las colonias es bastante variables y va desde especies de *Melipona* con poblaciones que no pasan de 100 a 500 abejas, hasta otras como *Trigona spinipes* que pueden contener algo más de 100.000 individuos. El nido más grande que se conoce es de *Trigona amazonensis*; esta especie hace nidos expuestos, de resina, de unos seis metros de largo por un metro de ancho (González, 2008 y Noguera-Neto, 1997).

Según (Medina, 1992 y Ramos-Elorduy y col., 2009) en México y Brasil generalmente la gente cultiva las abejas en cajas de madera, rectangulares, pequeñas, o ponen los nidos en ollas de barro con un agujero para luego apilar las ollas una sobre otra en repisas de madera, colgadas de las paredes laterales de las casas, o en troncos huecos con tapas de madera en los extremos. En la figura 1-1, se puede observar un esquema de un corte

transversal del diseño de colmena para abejas sin aguijón desarrollado por (Nogueira-Neto, 1970).

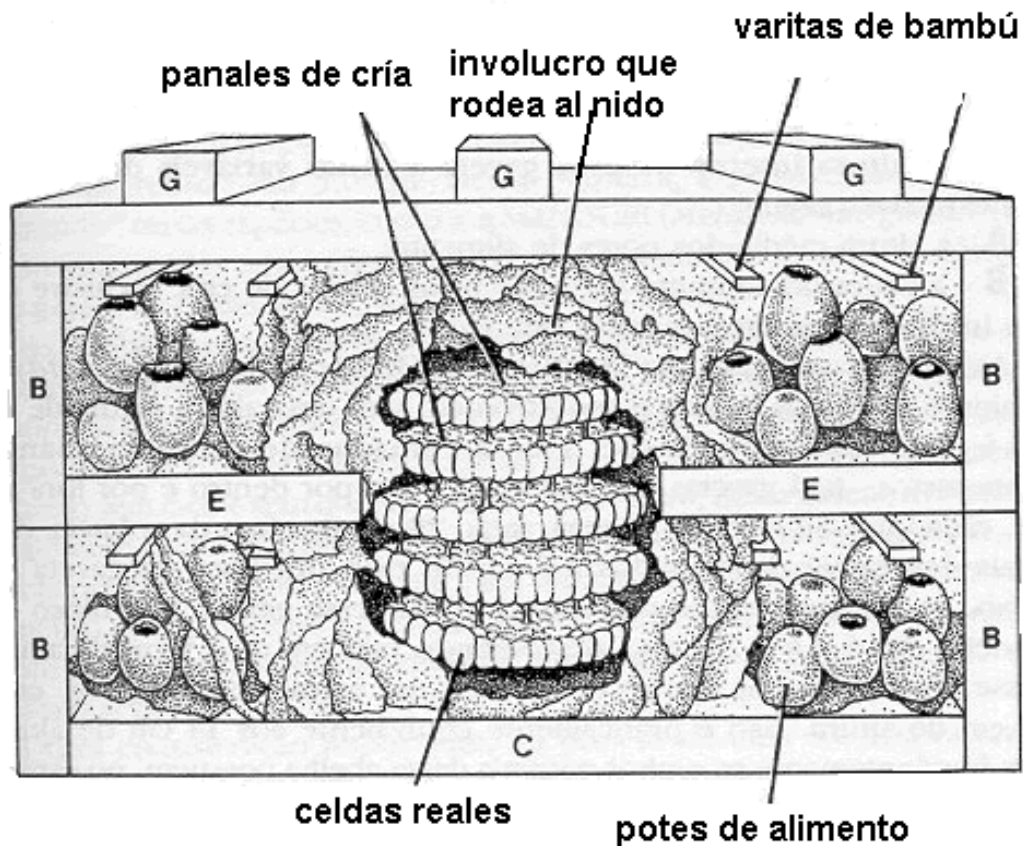


Figura 1-1: Corte transversal del diseño de colmena desarrollado para abejas sin aguijón, dibujada por (Nogueira-Neto, 1970) Presentado por (Carmona, 2010)

Algunos diseños de colmenas para la especie *T. angustula* desarrollados con el fin de no deteriorar la cría o larvas de las abejas en el momento de la cosecha de la miel se pueden observar en la figura 1-2, que los cajones son dispuestos de manera vertical, incentivando la formación de potes de alimento en las dos alzas superiores y en la primera alza la ubicación de cría con una adecuación en la parte frontal externa que funciona como alimentador artificial. Presentadas en Argentina por (Rovira y col., 2005)

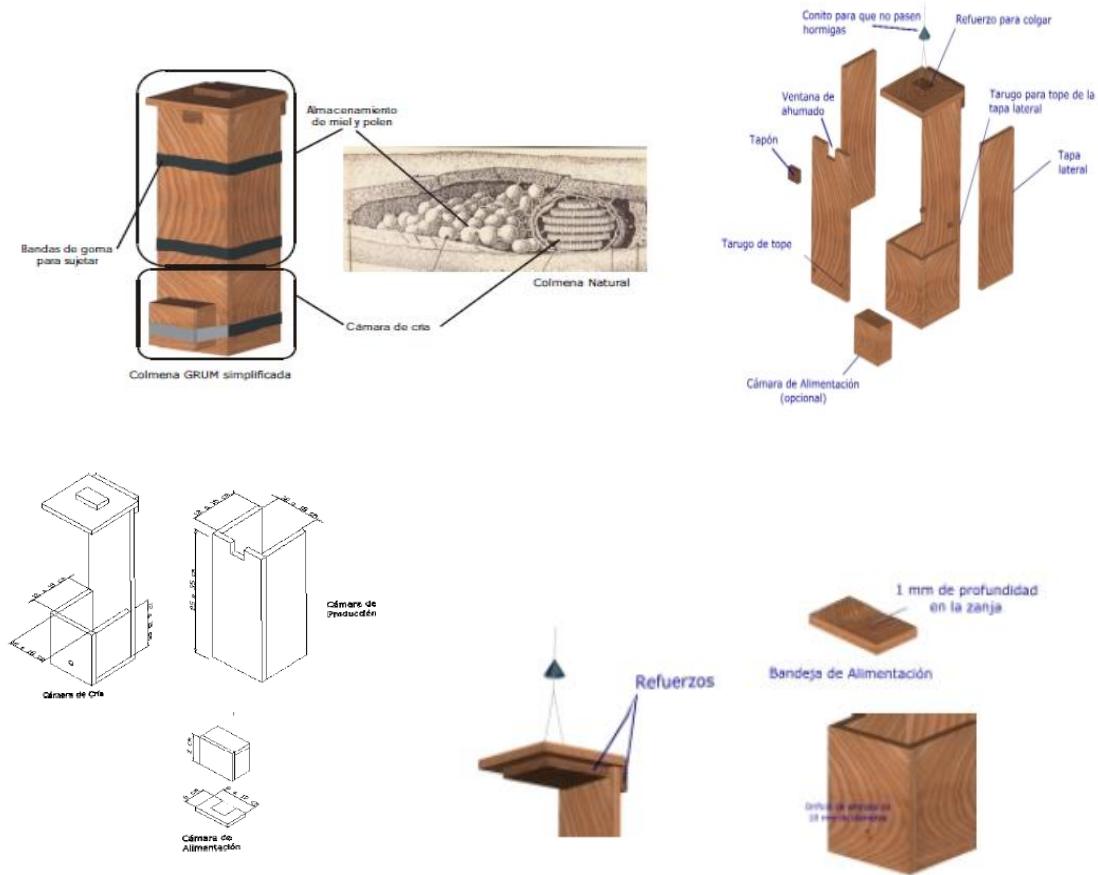


Figura 1-2: Diseño de Colmena GRUM simplificada desarrollada en Argentina, por Guillermo Roa y colaboradores y presentada por (Rovira y col., 2005)

En la figura 1-3, se observa una colmena semi-rústica con disposición vertical de fácil estructura, presentada para que cualquier meliponicultor pueda forjarla y brindar un hábitat de supervivencia a los nidos de la especie *T. angustula*, tiene dos cortes transversales que incentivan la colocación de potes de alimento en la parte superior y la ubicación de la cría en la parte inferior.

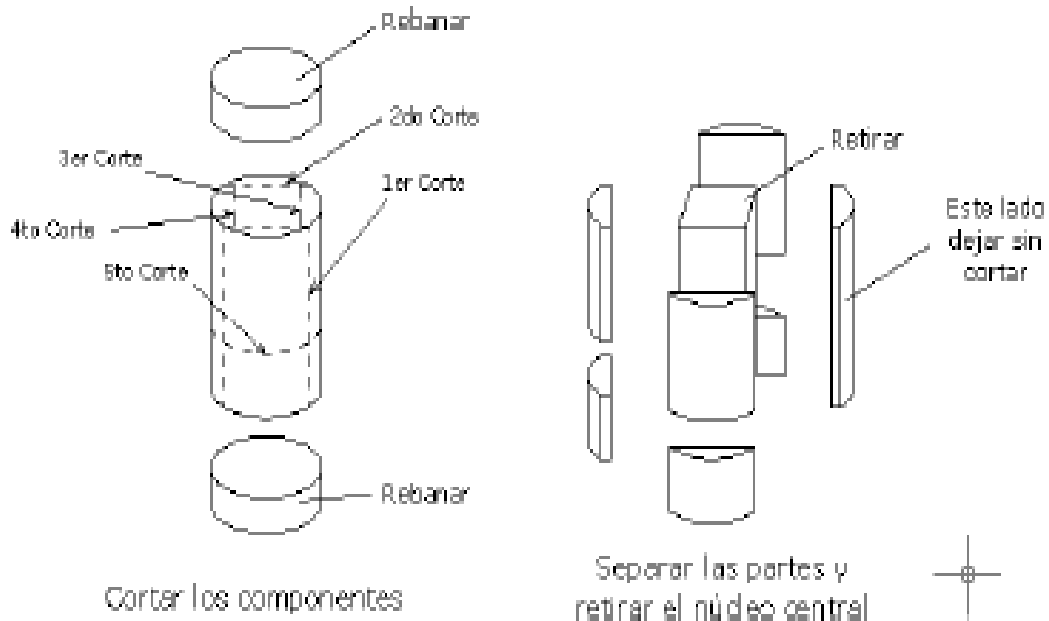


Figura 1-3: Diseño de nido para manejarlo en tronco cortado con moto cierra y presentada por (Rovira y col., 2005), Diseño de colmena presentado por (Baquero y col., 2007)

La figura 1-4, muestra la estructura de una colmena vertical, con las medidas de cada uno de los componentes, la cual establece las dos primeras alzas para la ubicación de la cría y la tercera alza que se encuentra en la parte superior para la colocación de potes de miel y polen.

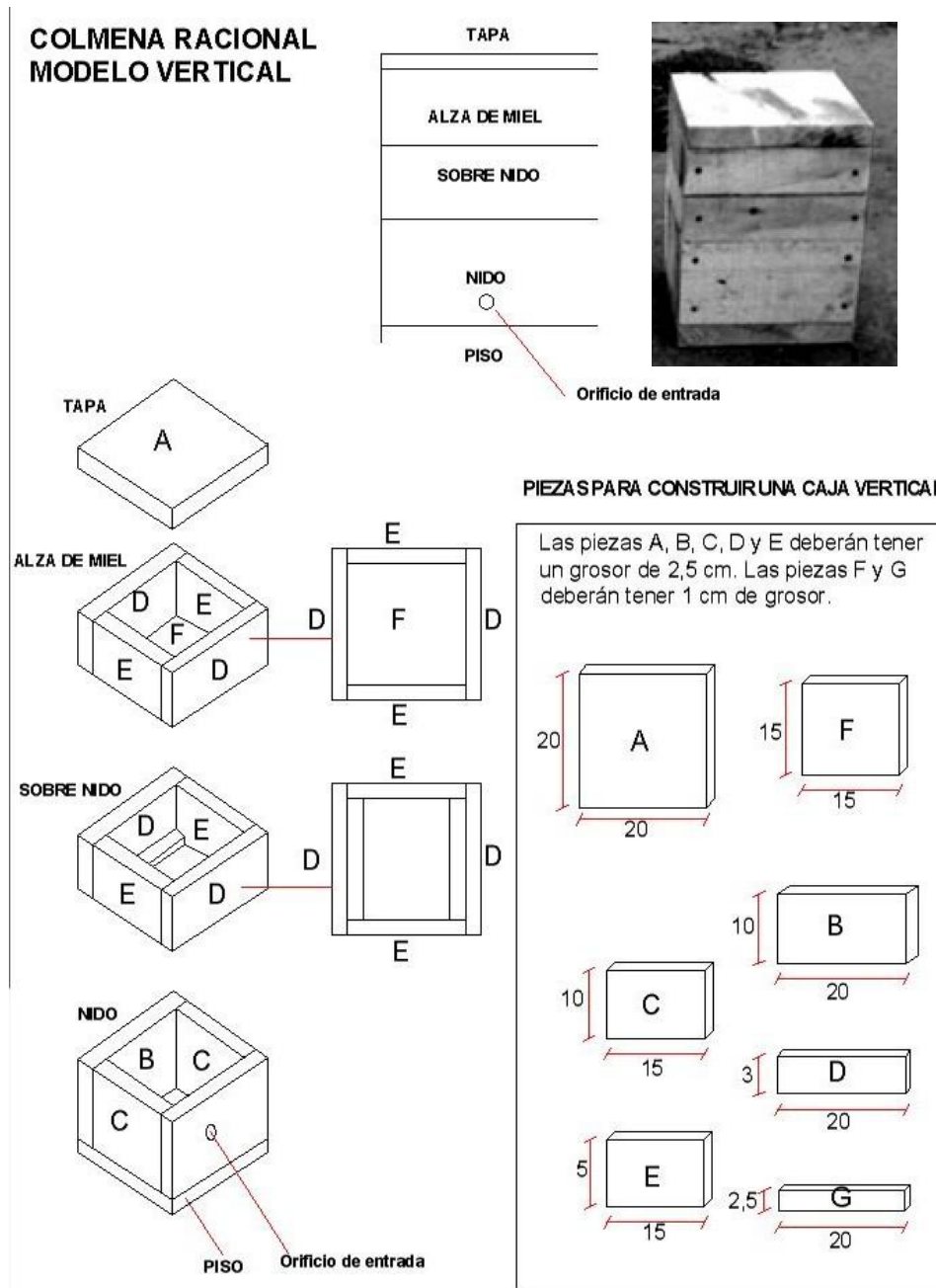
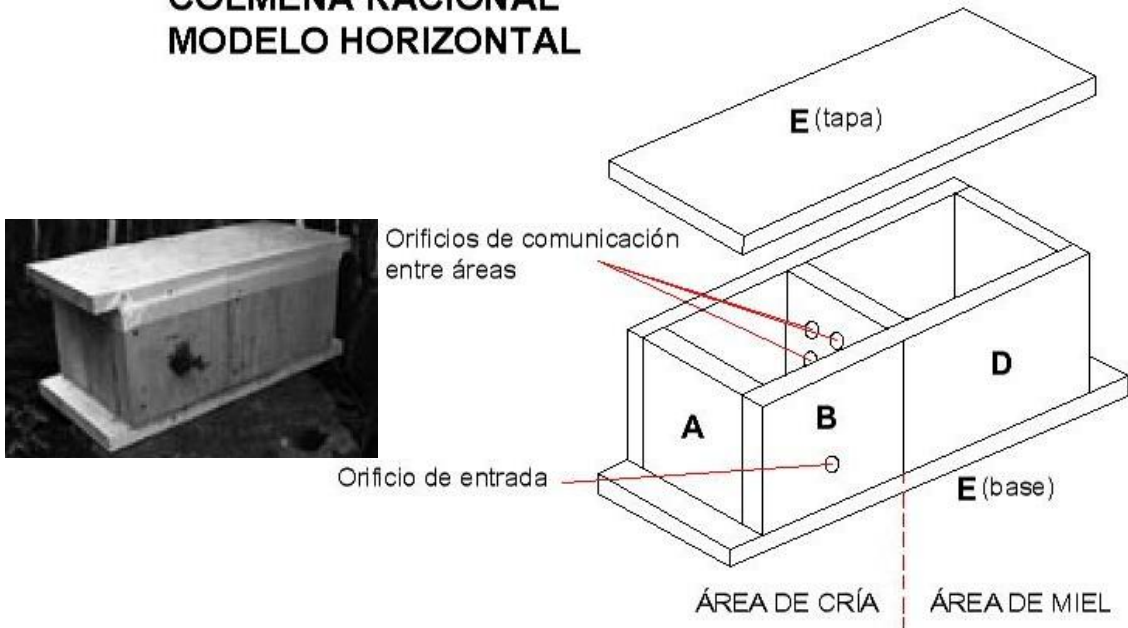


Figura 1-4: Diseño de de colmena Vertical. Presentado en Argentina por (Rovira y col., 2005)

La figura 1-5, se observa el diseño de una colmena horizontal con las medidas de todos sus componentes, la cual presenta en la parte frontal la ubicación de la entrada de las abejas y la cría, separada por una división con orificios para el flujo de las abejas operarias a la parte posterior para la formación de potes de polen y miel, con el fin de tener separados la zona de producción con la formación de discos de cría.

COLMENA RACIONAL MODELO HORIZONTAL



PIEZAS PARA CONSTRUIR UNA CAJA HORIZONTAL

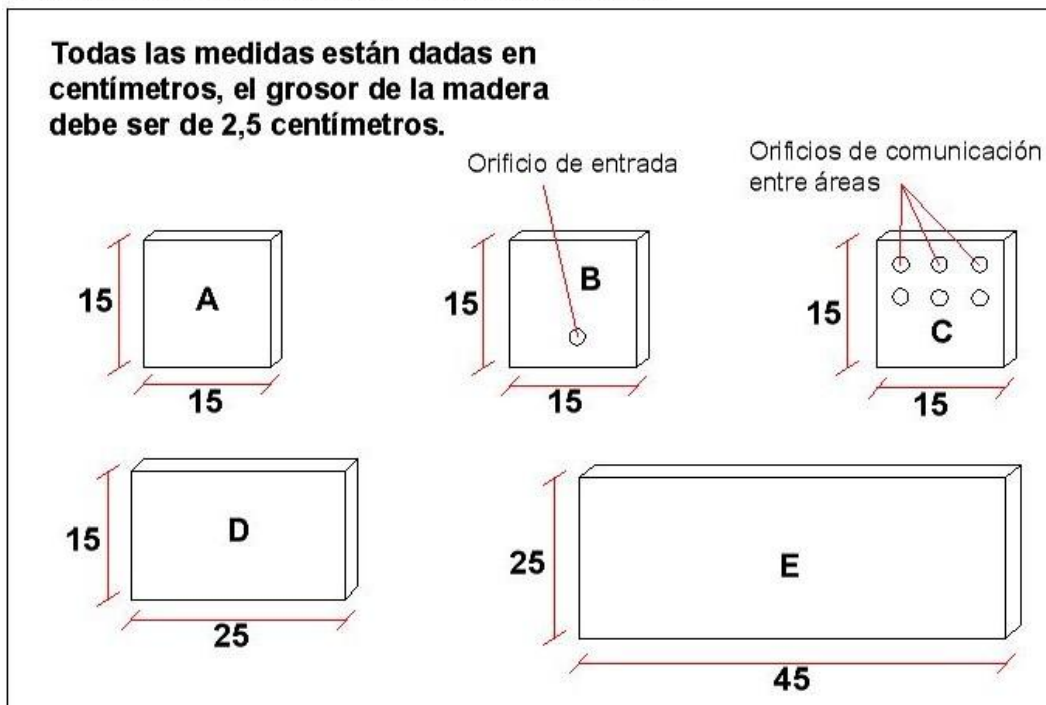


Figura 1-5: Diseño de de colmena horizontal. Presentado en Argentina por (Rovira y col., 2005).

En la figura 1-6, se observa una colmena con la ubicación de los discos de cría en la primera alza la cual posee dos orificios el primero ubicado en la parte frontal para la entrada y salida de las abejas operarias y el otro orificio ubicado en la parte posterior para ventilación de esta, en la parte superior de esta alza se ubica el alza para la colocación de potes de miel y polen, siendo esta mas angosta que la anterior. Esta colmena permite tener separada la cría de los potes de miel y polen con el fin de facilitar la cosecha de miel.

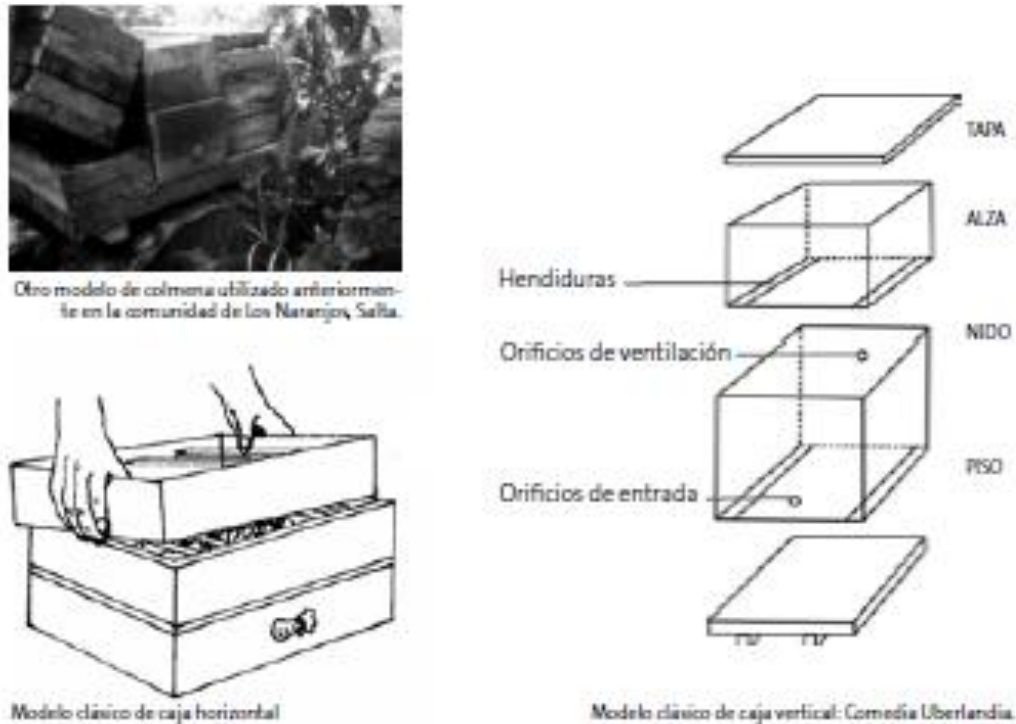


Figura 1-6: Diseño de Colmena racional, convencional. Presentado en Argentina por (Rovira y col., 2005).

En Brasil, entre los modelos que se utilizan para la meliponicultura, es posible separar dos principales grupos, las cajas horizontales y verticales. Las cajas horizontales son las más tradicionales en Brasil, especialmente en las regiones del norte y del noreste. Algunas son muy simples, totalmente huecas, sin ningún tipo de división interna. Otras son más elaboradas, con divisiones internas para la separación de la zona de cría y el espacio de almacenamiento de miel (Villas-Bôas, 2012).

En la figura 1-7, se observa un modelo de colmena horizontal "**Hubert Bruening**" que alberga una colonia de Jandaíra (*Melipona subnitida*): cuenta el espacio específico para la

ubicación de los discos de cría a la izquierda, y el espacio destinado para el almacenamiento de la miel, a la derecha (Villas-Bôas, 2012)



Figura 1-7: Diseño de colmena horizontal "Hubert Bruening". Presentado en Brasil por (Villas-Bôas, 2012).

En Brasil, Fernando Oliveira desarrolló un diseño de colmena para la abeja kinkajou (*Melipona compressipes*) en el estado de Amazonas. Las dimensiones internas son de 15x15 centímetros, el tamaño también se aplica a especies como mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) y tiúba (*Melipona fasciculata*). Para abejas con discos de cría de diámetro más grande se deben construir las cajas con dimensiones más grandes, mientras que para especies de abejas sin aguijón con los discos de cría más pequeños, las cajas deben ser más chicas. Las dimensiones óptimas del ancho de la caja, debe tener en cuenta el diámetro máximo de los discos de cría, que determinada especie es capaz de construir. Una buena regla es hacer el cuadro de 2 o 3 pulgadas más grande que el diámetro máximo de los discos de cría. Por ejemplo, si un meliponicultor establece que el disco de cría más grande del nido de una especie de abeja tiene 18cm, debe construir la caja con dimensiones internas de 20x20cm (Villas-Bôas, 2012).

En la figura 1-8 parte (a) se puede observar el aspecto general y la disposición de los módulos en la colmena desarrollada por Fernando Oliveira / INPA. La cual cuenta con dos alzas para la ubicación de los discos de cría y el alimento necesario para está y una tercera alza para la colocación de potes de miel y polen. En la parte (b) el modelo y la

disposición general de los elementos de una colonia en el interior de la colmena. Esta modelo facilita la división de los discos de cría para la formación de nuevas colonias.

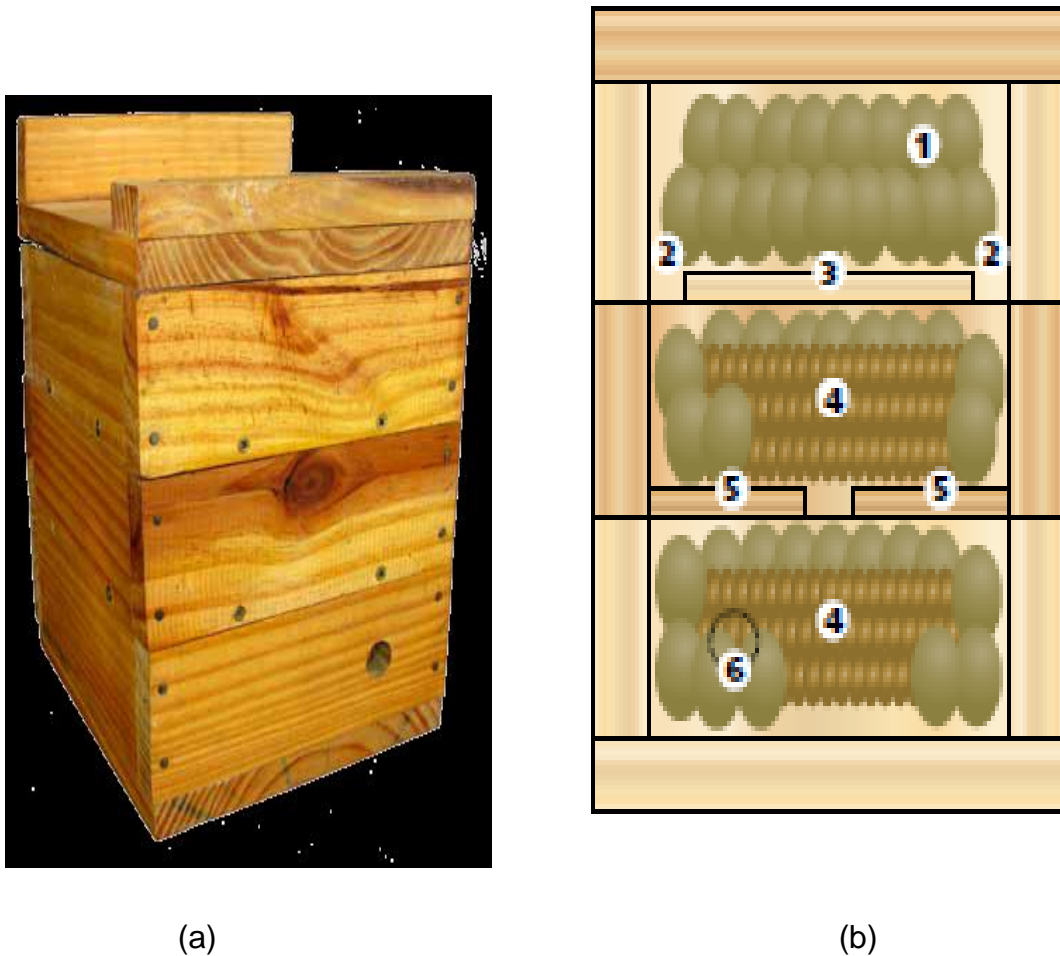


Figura 1-8: Diseño de colmena desarrollado por Fernando Oliveira. Conceptos de la numeración: (1) alzas de potes de miel y polen; (2) grietas de acceso a las alzas de las abejas; (3) fondo de alza de miel; (4) Discos de cría; (5) Ángulos del módulo dividido; (6) entrada o piquera. Presentado en Brasil por (Villas-Bôas, 2012).

El desarrollo de estos tipos de colmenas se logró a partir del conocimiento y observación realizado específicamente a una especie, como sucedió para las abejas *A. mellifera*. En la tabla 1-3, se observan las diferencias entre *A. mellifera* y *Melipona spp*, que permiten observar, la necesidad de establecer normas y modelos de colmenas que permitan a los meliponicultores tener una herramienta eficaz de manejo y producción. (Muniozguren, 2008).

Tabla 1-3: Resumen comparativo de las diferencias entre *A. mellifera* y *Melipona*, spp.

Morfología	<i>APIS</i>	<i>MELIPONINAE</i>
	Aguijón útil	Aguijón atrofiado
Organización	Huevos en panales. Huevos para reinas diferentes. Alimento y cría en el mismo tipo de alveolos.	Huevos en discos. Todos los huevos mismo tamaño. Excepción La cría está en un tipo de celdas. el alimento en potes
Manejo	Necesario equipo de seguridad. Necesidad de usar humo para bloquear la comunicación y su defensividad.	No necesita equipo de protección. No necesita uso de humo para manejarlas.
Alimentación	Abejas operarias alimentan crías poco a poco. Diferente alimentación. Para abejas reinas, solo jalea real, para zánganos, jalea real, miel y polen y para operarias, miel y polen.	Abejas operarias introducen el alimento antes del huevo. Para todos los huevos el mismo alimento.
Miel	Humedad menor de 20%. Mayor consistencia. Mayor cantidad de azúcar	Humedad superior al 30%. Muy líquida. Sabor especial. Más ácido. Menos empalagoso.
Tamaño del nido	Pueden llegar a 100 000 individuos	< 1000 individuos.
Movimiento	Riesgo de enjambrazón. Recorren grandes distancias. radio de 3Km como mínimo	Se produce con menos frecuencia enjambrazón. Recorren pequeñas distancias. Radio de 1Km como mucho.
Reconocimiento	Individuos de diferentes nidos luchan. Reconocen el espacio. Reconocen el olor	Individuos de diferentes nidos conviven. Reconocen el espacio. Reconocen el olor.
Legislación	La apicultura está bien regulada. Existen leyes que se tienen que cumplir	No hay marco legislativo oficial en lo que se refiere a la meliponicultura. Solo está regulada la cantidad de colmenas que se pueden tener.

Fuente: Muniozguren, 2008.

Bajo los parámetros establecidos por diversos autores, es necesario establecer indicadores específicos en la extracción de miel de abejas sin aguijón, por el incremento que tiene esta explotación es necesario darles algunas herramientas básicas de extracción a los productores con el objetivo de brindar al consumidor final un alimento con las mínimas condiciones de calidad.

1.5 Cosecha y postcosecha de miel de abejas sin aguijón

El proceso de extracción para *A. mellifera* está bien definido y regido por normas nacionales e internacionales, donde la cosecha y retiro de alzas melarías deben corresponder a colmenas debidamente identificadas, los cuadros con panales de miel deben estar operculados mínimo el 70% y no deben tener alveolos con cría, se deben llevar registros de cosecha, para tal efecto, en el momento de la cosecha, se registrará el número de colmena y la cantidad de alzas y/o medias alzas que le correspondan. Se prohíbe el uso de repelentes químicos. Se autoriza la utilización de humo o combustibles orgánicos no polucionantes, el soplado de aire y el cepillado o sacudido de alzas. Y Se prohíbe la cosecha de cuadros con cría. Este desarrollo en mejoramiento del manejo y cosecha inicia en 1851, cuando el americano Lorenzo Lorraine Langstroht descubrió que al utilizar 3/8 de pulgada entre marcos en la colmena las abejas no propolizan, ni construyen panal (Langstroht, 1853). Este aporte permitió disponer de cuadros verdaderamente móviles. Con este descubrimiento comenzó la apicultura moderna; la difusión de este tipo de colmena fue muy rápida y llevó a la invención de hojas de cera estampada por el alemán Joharnner Mehring en 1857, con el fin de ahorrar cera a las abejas y asegurar la construcción de panales de celdas de obreras en los marcos. Y posteriormente el invento del extractor de miel por fuerza centrífuga fue en Austria, en 1865; en este mismo año se perfeccionó el excluidor de reinas, lo que permite mantener la reina y la cría separadas del alza de miel. (Guzman-Novoa y col., 2011).

Para las abejas sin aguijón el proceso de extracción de miel aún no se realiza de manera tecnificada. (Baquero, 2007), describe el proceso de extracción de miel de la especie de abeja sin aguijón *T. angustula* con los siguientes pasos: abrir cuidadosamente la colmena; localizar los potes con miel madura (aquellos que están cerrados); si los potes se encuentran en un alza, sacarla con cuidado, si no se pueden sacar los potes, realizar un agujero en cada uno y con la ayuda de una jeringa nueva se extrae la miel; la miel se deposita en recipientes limpios y, si se quiere comercializar se le coloca en frascos de vidrio debidamente marcados.

El proceso de extracción de miel para abeja sin aguijón se ha determinado por diversos autores en varios países, concordando en métodos semejantes como: apertura del nido, destapado de potes y dependiendo del tamaño del pote se realiza la extracción por escurrido, por prensado o aspirado de la miel, se deposita en un recipiente limpio, pasa a ser deshumidificado y luego a envasado, ya que esta miel puede fermentar con relativa

facilidad. Para evitar esto, es muy importante realizar la cosecha en estrictas condiciones de higiene y realizar los posteriores procesos de conservación que son: refrigeración, pasteurización y otros (Nogueira-neto, 1997; González, 2008; Carmona, 2010).

Aun la descripción de miel en meliponinos es incipiente. En general la miel presenta diversas características las cuales han sido estudiadas para reconocer diversos tipos de miel, estas características llegan a variar por factores como; el recurso floral disponible para la obtención de polen y néctar, la especie de abeja, etc. La composición bioquímica de la miel de abejas sin aguijón está determinada principalmente por una alta cantidad de monosacáridos, que constituyen del 53 al 80% de la miel; humedad, alrededor de un 23 al 31%; minerales y sustancias nitrogenadas, ácidos orgánicos los cuales confieren a la miel un pH de 3.6 a 4.2, entre otros compuestos (Enríquez y col., 2006).

En Guatemala (Enríquez y col., 2006), indica que la extracción de miel debe realizarse al año del traslado de la colmena de tronco a caja; en época de verano, durante la floración. Se debe utilizar, un cuchillo filoso, aceite de cocina, colador o manta, recipiente limpio para colocar los potes de miel, botella de vidrio (es mejor el color oscuro ya que la luz disminuye la calidad y propiedades curativas de la miel) y agua. Descolgar la colmena y colocarla sobre una mesa, cerca del sitio donde se encuentra la colmena. Abrir la caja y cortar con la ayuda del cuchillo (untado con aceite) los potes de miel en un solo paquete. Evitar romper los potes de polen porque atraen a los fóridos. Se colocan los potes de miel en un recipiente y se exprimen para sacar la miel, la cual se cuela con un cedazo o manta fina para luego colocarla en la botella de vidrio, para almacenarla en un lugar fresco y seco. También se puede extraer la miel, directamente de los potes con ayuda de una jeringa, esto es más lento pero evita derrames de miel dentro de la colmena. Se recomienda realizar la extracción de miel en el menor tiempo posible para evitar que las abejas se desorienten y se pierdan; no se debe mezclar la miel con el polen ya que esto hace que se fermente y pierda su calidad; se debe limpiar la miel derramada con ayuda de un trozo de tela húmeda para evitar atraer fóridos; no se debe extraer más del 50 % de la miel de la colmena ya que las abejas la necesitan para su subsistencia; en lo que vuelven a almacenarla. De forma general los parámetros descritos en la literatura del procedimiento de extracción de miel de abejas sin aguijón consiste en exprimir manualmente los potes de miel, filtrarla y colocarla en envases de vidrio limpios, luego conservarlas en refrigeración a 4°C evitando la exposición lumínica (Dardón y col., 2005).

1.5.1 Procesos postcosecha de miel de abejas sin aguijón

Se utilizan varias técnicas para la conservación de alimentos, algunos de ellos son: deshumidificación, pasteurización y refrigeración, propuestos principalmente para mantener durante el mayor tiempo posible las cualidades sanitarias, nutricionales y organoléptica de estos (Silva, 2000). Pero también se debe tener en cuenta el análisis sensorial pues es una técnica para evaluar los atributos percibidos por los órganos de los sentidos (atributos sensoriales) y se utiliza en muchos campos, para establecer el perfil organoléptico de los productos, indicando la preferencia del consumidor (Piana y col., 2004). Las características sensoriales estimulan los sentidos y provocan diversos grados de reacciones o rechazo del deseo, donde el consumidor elige un alimento por su nivel de calidad sensorial (Araújo y col., 2000).

Aunque la fermentación se considera inaceptable en los estándares de calidad de miel de *A. mellifera* (Ruoff y col., 2004), se sugiere que es un proceso característico en las mieles de abejas sin aguijón, las cuales suelen tener mayores contenidos de humedad y de acidez, que ocurre en forma espontánea en los alveolos donde las abejas almacenan el néctar, en la cosecha y antes de su comercialización para mejorar los atributos de la miel (Vit y col., 2004). La fermentación pos cosecha de la miel de *T. angustula*, considerada hasta ahora como un defecto, puede convertirse en un atributo medicinal pues el etanol producido mejora su capacidad antioxidante. Para evaluar este parámetro se realizó una fermentación controlada, con el fin de poder reproducirla o no en condiciones de campo, donde las temperaturas ambientales pueden superar los 30°C, estudio realizado en la Universidad de los Andes en Venezuela, señala que luego de la cosecha, las mieles tropicales de abejas sin aguijón producen espuma debido a su elevado contenido de humedad respecto a mieles de *A. mellifera*. Este trabajo midió la capacidad antioxidante de miel de *T. angustula* recién cosechada con un contenido de humedad de 26.2% y posteriormente conservada a dos temperaturas, refrigerada a 4°C y ambiente a 30°C, en intervalos de cinco días hasta alcanzar un mes. Utilizando controles de pasteurización y miel artificial, también conservados a 4°C y 30°C. Los indicadores antioxidantes fueron el porcentaje de inhibición de la formación del anión superóxido (O⁻²) y del radical hidroxilo (OH⁻) así como la degradación de benzoato, conocida como actividad antioxidante (AOA). Se monitoreó la concentración de proteínas, azúcares totales y etanol durante el mes. El aumento gradual en el contenido de etanol sólo ocurrió en la miel conservada a 30°C (8.7 a 29.3 mg/kg miel), acompañada de una disminución de azúcares totales (81.5 a 31.7

g/100 g miel), indicando que la fermentación de la miel, la concentración de proteínas disminuyó ligeramente (207 a 197 mg/100 g de miel), mientras que los indicadores de capacidad antioxidante se incrementaron (anión superóxido, 69.1 a 94.8%; radical hidroxilo, 62.2 a 90.5%; AOA, 0.58 a 0.89 mM), durante el proceso de fermentado. Este proceso aumentó la bioactividad antioxidante de la miel de *T. angustula*. Este hecho podría explicar la reputación de las propiedades medicinales de abejas sin aguijón, conferidas desde los mayas, puesto que podría disminuir el deterioro oxidativo de radicales libres en lípidos, proteínas, carbohidratos y ácidos nucleicos, generador de especies reactivas de oxígeno (ROS) que ocasionan complicaciones biológicas degenerativas. Mientras que el proceso de fermentación en miel de *T. angustula* no ocurrió en mieles pasteurizadas y tampoco en la miel natural conservada a 4°C; por ello se recomienda refrigerar la miel de abejas sin aguijón para conservar los estándares de calidad que descalifican mieles fermentadas (Pérez y col., 2007).

La composición química de la miel está directamente relacionada con el tipo de planta, el clima, las condiciones ambientales y las especies de abejas (Serrano y col., 1994). Estas características pueden cambiar debido a un almacenamiento prolongado, el recalentamiento o el fraude. El proceso térmico se utiliza a menudo para evitar la cristalización y evitar la fermentación (Singh y col., 1988 y Fallico y col., 2004) encontraron que durante el procesamiento térmico de la miel de diferentes orígenes, un aumento de HMF y acidez total.

Se han venido desarrollando en Brasil y Venezuela tecnologías de conservación de mieles de abejas sin aguijón, específicamente *Melipona*, con el fin de evitar la inestabilidad de la miel por su alto contenido de humedad, generando un problema al productor y el consumidor. La tecnología de conservación de este tipo de miel se llama maduración, y ha sido utilizada por 9 años en 19 comunidades rurales en el noreste de Maranhao, Brasil. Las propiedades físico-químicas y microbiológicas, que se han venido observando periódicamente muestran la eficacia del proceso, las pruebas de aceptación de los consumidores en las ferias y mercados han demostrado que el producto tiene un mayor consumo. Aunque el proceso aun sea artesanal, ya está siendo desarrollado un prototipo industrial para satisfacer la creciente demanda de este tipo de miel. (Drummond, 2011)

Un estudio realizado en Brasil con el objetivo de evaluar el efecto del tratamiento térmico sobre algunos parámetros de calidad de la miel de abeja Jandaíra (*Melipona subnitida*), los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron: contenido de humedad disponible, acidez total, azúcares reductores e hidroximetilfurfural (HMF), midiendo estas características en el tiempo cero para posteriormente ser sometido a un tratamiento térmico a 70°C durante 4, 8, 16 y 24 horas, probando que el tratamiento térmico causó una reducción en el contenido de humedad y de acidez total de la miel Jandaíra y un aumento en contenido de HMF y azúcares reductores. Con la excepción de HMF, los otros parámetros físico-químicos (humedad, acidez y azúcares reductores) evaluados en miel Jandaíra permanecieron dentro de las especificaciones sugeridas para el control de calidad de la miel de abejas sin aguijón (De-Souza y col., 2010).

Otro estudio realizado en Brasil donde se evaluó el perfil sensorial y aceptabilidad de mieles de abejas sin aguijón *Melipona scutellaris* y *M. quadrifasciata* sometidos a dos procesos de conservación, con el objetivo de obtener la vida útil más larga, las muestras de miel se sometieron a pasteurización y deshumidificación y se les realizó una evaluación sensorial. El perfil sensorial se determinó en el Laboratorio de Entomología del Centro de Ciencias Agrarias, Medio ambiente y Biológicas de la Universidad Federal de Recôncavo de Bahía. Los atributos analizados fueron: la fluidez, el color, el aroma, la cristalización, sabor y aceptabilidad. Los resultados mostraron que los procesos de conservación utilizados no alteran el perfil sensorial y la aceptabilidad del producto, las mieles de abejas sin aguijón sometidos a pasteurización y deshumidificación tienen buena aceptación y el proceso de deshumidificación parece ser más ventajoso para la preservación de la miel de abejas sin aguijón, por lo que permite una vida útil más larga. (Da-Silva y col, 2008)

La conservación de miel a través de la pasteurización es una técnica importante para la reducción de los riesgos causados por una alta humedad en los alimentos y así evitar la fermentación de la miel (Nogueira Neto, 1997), la deshumidificación, es otra técnica propicia de conservación de la miel de abejas sin aguijón, ya que se puede almacenar con el contenido adecuado de humedad, evitando la fermentación y garantizar su durabilidad (Da-Silva y col, 2008).

Con respecto al almacenamiento un estudio realizado en Brasil, tuvo como objetivo evaluar algunas características de calidad físico químicas de la miel de abeja (*Apis mellifera L*), después de un periodo de almacenamiento bajo condiciones ambientales. Se

tomaron 15 muestras de miel de tres municipios de la región occidental del Rio Grande do Norte. Las muestras se dividieron y una primera alícuota se analizó inmediatamente, las demás se almacenaron a temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ y humedad relativa $70 \pm 5\%$), después de ocho meses se evaluaron las siguientes parámetros físico-químicos: humedad, pH, acidez libre, azúcares reductores, sacarosa aparente, conductividad y color, hallando que todos los parámetros físico-químicos analizados cumplen los requisitos mínimos de calidad establecidos por la legislación brasileña para la miel de flores, después de ocho meses de almacenamiento a temperatura ambiente. A pesar de la variación en los colores de la miel del blanco al ámbar claro, se mantienen las características de calidad aceptable para la comercialización después de ocho meses de almacenamiento (De-Paiva y col., 2010)

1.6 Composición y características de la miel

En Colombia hay aproximadamente 100 especies de la subfamilia *Meliponini* y tan solo 17 son utilizadas para producción de miel, cera, polen o resinas; de éstas, solamente 11 se explotan, ya sea en forma rústica o semi-tecnificada para obtención de miel. Las abejas del género *Melipona* (*M. favosa*, *M. grandis*, *M. fasciata*, *M. interrupta*, *M. compressipes*) y especialmente *T. angustula* son frecuentemente objeto de búsqueda para obtención de miel de excelente calidad (Nates, 2005). Al comparar la miel de los meliponinos con la miel producida por *A. mellifera*, se encuentra que ésta tiende a ser más líquida, más ácida y su composición no es idéntica, lo cual puede marcar una diferencia en el efecto que puedan presentar sobre los microorganismos. Al respecto, existe consenso a nivel científico de que no todas las mieles poseen igual actividad antimicrobiana, esto debido a los diferentes niveles de producción de peróxido de hidrógeno y de factores no peróxido, los cuales son muy dependientes del origen de la miel. (Bansal y col., 2005).

Para las abejas sin aguijón el proceso de formación de la miel no está bien definido, se puede tener en cuenta el de abejas *Apis mellifera* donde este proceso de formación de la miel está descrito iniciando con el pecoreo o recolección de néctar (sustancia azucarada) que las abejas operarias toman con la proboscis (órgano recolector), y que luego transportan en el buche melario o estómago para ser llevado a la colmena, allí es pasado por trofalaxia (pasar el alimento de boca a boca) a abejas nodrizas (operarias de menos edad), quienes lo transportan a los alvéolos de los panales expulsándolo lentamente para

acelerar el proceso de evaporación de agua de dicha mezcla, la temperatura interna de la colmena debe oscilar entre 37 a 40°C para dicho proceso. En la piquera (entrada de la colmena) algunas abejas realizan un proceso de ventilación llevado a cabo con sus alas generando corrientes de aire que circulan y ayudan a evacuar el contenido de humedad de la colmena; el contenido de humedad de la miel debe estar entre 17,5 y 20% antes de ser operculada (sellado de alveolos) por las abejas, indicador de madurez. Entonces la miel descrita como el producto del néctar de las flores que las abejas operarias recolectan, transportan, regurgitan y transforman mediante la evaporación, distribución dentro de las celdas del panal y la adición de enzimas provenientes de sus glándulas hipofaríngeas. Ocurriendo la transformación del néctar en miel, la cual es sellada y almacenada dentro de las celdillas del panal (Crane, 1990; Winston, 1987; Alfaro y col., 2010)

La composición de dos mieles comerciales (miel longan y rambatan) de abeja europea (*Apis mellifera*) se compararon con tres mieles de abejas de la sin aguijón (*Trigona pegdeni*, *T. laeviceps* y *T. terminata*). Todas las muestras de miel de abejas sin aguijón y la miel rambutan se obtuvieron de la parte este de Tailandia, mientras que las muestras de miel longan se colectó en la parte Norte. Las muestras de miel fueron analizados cuantitativamente Siguiendo los métodos recomendados, los resultados permitieron observar que el contenido de humedad de la miel de abejas sin aguijón fluctuaba entre 22:00 a 25.60 %, que fue superior a los encontrados en la miel de abeja europea. Mientras que el contenido total de azúcar (°Brix) de *A. mellifera* fue superior a la de la miel de abejas sin aguijón proporción de glucosa y fructosa de la miel de abejas sin aguijón fue superior a la de *Apis*. Se detectaron quince aminoácidos en mayores contenidos en la miel de abejas sin aguijón que los de la miel de abeja europea. Ca, Mg y P fueron los elementos más abundantes en todos los tipos de miel. Sólo vitamina B1, B6 y niacina se detectaron en todas las muestras de miel, con menos de 0,10 mg/100 g (Anchalee y col., 2012).

Un estudio realizado en Costa Rica con 30 muestras de miel de abejas sin aguijón muestra que el 87% de las muestras tenía recuentos bacterianos y de esporas iguales o menores a 1.0×10^1 UFC/g, ninguna muestra presentó coliformes totales ni fecales y no se obtuvo ningún resultado positivo en la determinación de la presencia de *C. botulinum*. Todas las mieles analizadas exhibieron algún efecto inhibitorio sobre, al menos uno de los microorganismos evaluados, tanto de forma pura como diluida se concluye que la miel de

abejas sin aguijón muestra una buena calidad microbiológica y un adecuado efecto inhibitorio sobre el crecimiento de varios microorganismos, siendo un producto muy promisorio (Zamora y col., 2011).

En Venezuela un estudio realizado con las mieles producidas por 6 especies de abejas sin aguijón (*Meliponini*): *Frieseomelitta paupera*, *Scaura aff. Latitarsis*, *T. angustula*, *Plebeia spp*, *Scaptotrigona spp.* Y una especie no identificada. Se puede observar en la tabla 1-4, las variaciones en los valores de la composición fisicoquímica de las mieles de abejas sin aguijón que se obtuvieron.

Tabla 1-4: Parámetros fisicoquímicos evaluados en mieles de 6 especies de abejas sin aguijón.

Parámetro analizado	Rango
Humedad (%)	19,3-27,3
Azúcares reductores, g/100g	48,18-71,19
pH	3,24-4,94
Acidez libre (meq/kg)	16,92-48,52
Conductividad eléctrica (μS/cm)	0,24-2,14
Sacarosa (%)	1,09-12,30
Cenizas, g/100g	0,21-1,49
Nitrógeno, mg/100g	41,91-335,31

Fuente: (Vit, 2009).

La actividad de la diastasa (positiva en todas las mieles); hidroximetilfurfural (negativo en todas las mieles), en la miel producida por las especies analizadas, sólo una muestra de *Scaura aff latitarsis* presentó una composición acorde con los estándares de calidad de miel de *A. mellifera*; aunque presentó acidez elevada. Todas las mieles cumplieron el requisito de la Comisión Venezolana de Normas Industriales, 1984 (COVENIN) para la actividad de la diastasa y el HMF. Las mieles producidas por *Frieseomelitta paupera*, *Plebeia spp.* y *Scaptotrigona spp.*, presentaron elevados contenidos de sacarosa aparente, junto con bajos contenidos de azúcares reductores, en general, elevados contenidos de humedad ocasionan la fermentación de la miel, con el consecuente aumento de acidez. Valores superiores a 0.5g cenizas/100g miel habían sido reportados previamente en mieles comerciales venezolanas, y lejos de representar una diferencia entre la composición de mieles de *A. mellifera* y de *Meliponini*, o de indicar calidad alterada, podría ser una consecuencia de la composición de metales de los suelos

tropicales, la cual ameritaría elevar el valor máximo del contenido de cenizas en miel establecido como requisito. La conductividad eléctrica es una medición que ha sustituido la determinación del contenido de cenizas, por ser una medición más rápida. En este estudio se encontró un coeficiente de correlación elevado entre la conductividad eléctrica y el contenido de cenizas ($r = 0.89$), lo cual justificaría considerar la inclusión de este método en la revisión de las normas elaboradas hace más de veinte años para el control de calidad de miel de abejas en Venezuela. El contenido de nitrógeno no figura en los estándares de calidad de las mieles, pero también se recomienda incluir esta medición porque varía según la especie de abeja productora de miel. (Vit, 2009).

En la literatura se evidencian publicaciones con respecto a las características de la miel de varias especies de abejas sin aguijón, de varios países como se puede observar en la tabla 1-5, donde se presentan algunos parámetros de la miel de *T. angustula* en Argentina y Paraguay. (Vit y col., 2009).

Tabla 1-5: Caracterización de miel de abejas sin aguijón *T. angustula*, de Argentina y Paraguay (Vit y col., 2009).

Parámetro analizado	Origen geográfico					
	Argentina			Paraguay		
	n=13			n=5		
	media±DE	mín	máx	media±DE	mín	máx
Color(mm Pfund)	107.18±19.4	74.00	131.00	100.40±15.5	86.00	126.0
Humedad (g agua/100 g)	23.89±1.7	22.20	27.40	23.68±0.8	22.40	24.60
Flavonoides (mg EQ/100 g miel)	14.37±11.1	4.00	45.44	12.66±4.8	8.54	22.38
Polifenoles (mg EAG/100 g miel)	240.74±94.0	144.22	431.20	148.29±17.8	125.17	176.50
TEAC * µmoles ET/100 g miel	160.15±60.5	62.65	323.70	120.91±38.7	57.81	180.35

* Las diferencias estadísticamente significativas con la prueba t, entre las mieles de yateí producidas en Argentina y Paraguay, se representan con asteriscos ($P < 0,05$).

En Guatemala se realizó un estudio con el fin de conocer las características fisicoquímicas y antibacteriana de la miel de abejas sin aguijón y validar el uso terapéutico de la misma. Se identificaron nueve especies de meliponinos de mayor relevancia: *Geotrigona acapulconis* (Strand, 1919); *Melipona beecheii* (Bennett, 1831); *Melipona solani* (Cockerell, 1912); *Melipona aff. Yucatanica*; *Nannotrigona perilampoides* (Cresson, 1878); *Plebeia spp*; *Scaptotrigona mexicana* (Guérin, 1845); *Scaptotrigona pectoralis* (Dalla Torre, 1896); y *T. angustula*. Los valores obtenidos se observan en la tabla 1-6.

Tabla 1-6: Valores promedio de parámetros fisicoquímicos de 18 muestras de miel de abejas sin aguijón de Guatemala.

Parámetro analizado	Valor
Humedad (%)	21,55
pH	3,89
Acidez libre (meq-kg)	22,45
Act Diastasa (ND)	10,94
Cenizas, g/100g	0,29
HMF (mg/kg)	0,23

Fuente: (Dardón y col., 2008).

También se evaluó la actividad antibacteriana frente a ocho microorganismos, determinando una concentración inhibitoria mínima de 2,5 a 10% (v/v). Se realizó un análisis preliminar de tipos polínicos que permitió identificar la presencia de 21 familias vegetales visitadas por los meliponinos en Guatemala, donde la miel de *T. angustula*, presentó la mayor diversidad. Este estudio es el primer aporte al conocimiento sobre la composición fisicoquímica y antibacteriana de las mieles de nueve especies de meliponinos en este país (Dardón y col., 2008).

Teniendo en cuenta investigaciones realizadas en varios países para algunos parámetros fisicoquímicos evaluados para diferentes especies de abejas sin aguijón. Como el estudio realizado por (Souza y col., 2006), del origen entomológico de 152 muestras de miel de abejas sin aguijón, donde a la miel a la cual se le realizó el estudio fue sacada de 17 especies de Meliponini de Brasil, uno de Costa Rica, seis de México, 27 de Panamá, una de Surinam, dos de Trinidad y Tobago, y siete de Venezuela, con la mayoría del género *Melipona*. Se presentan los resultados de diferentes parámetros fisicoquímicos en la tabla 1-7.

Tabla 1-7: Variación de resultados en los valores de algunos parámetros fisicoquímicos de 152 muestras de miel de abejas sin aguijón.

Parámetro analizado	Valor
Humedad (%)	19.9-41.9
Azúcares reductores, g/100g	58.0-75.7
pH	3.15-4.66
Acidez libre (meq-kg) Base húmeda	5,9-109.0
Act Diastasa (ND)	0,9-23.0
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	0.49-8.77
Sacarosa (%)	1.1-4.8
Cenizas, g/100g	0.01-1.18
HMF (mg/kg)	0.4-78.4
Actividad de la invertasa, IU	19.8-90.1
Nitrógeno, mg/100g	14.34-144.00

Fuente: (Souza y col., 2006).

Algunos investigadores sugirieron que los valores máximos y mínimos para cada parámetro de calidad para la miel de abejas sin aguijón. (Vit y col., 2004) propusieron normas de calidad para la miel de abejas sin aguijón de Venezuela, divididas en tres grupos: *Melipona*, *Scaptotrigona* y *Trigona*. (Villas-Bôas y col., 2005) sugirieron parámetros para la miel de abejas sin aguijón Brasileira. Los valores definidos por la legislación de Brasil en control de calidad en relación con *A. mellifera* y los valores sugeridos para la miel de abejas sin aguijón, por (Villas-Bôas y col., 2005), se pueden observar en la tabla 1-8. La Legislación Brasileira estandariza la de calidad de las mieles evaluando los parámetros fisicoquímicos que indican las características de madurez (azúcares reductores, sacarosa aparente y humedad) de autenticidad (sólidos insolubles en agua y minerales) y de deterioro (acidez, actividad diastasa e hidroximetilfurfural) (Brasil 2000).

Tabla 1-8: Valores de la Legislación para el control de calidad de miel de *Apis mellifera* y valores sugeridos para la miel de *Meliponini* en Brasil.

Parámetro fisicoquímico	Miel <i>Apis mellifera</i> (Brasil, 2000)	Miel <i>Meliponini</i> (Villas-Bôas y col., 2005)
Humedad (%)	Max. 20.0	Max. 35.0

Sólidos insolubles (%)	Max. 0,1	Max. 0.4
Azúcares reductores (%)	Min. 65.0	mín. 50.0
Acidez (meq / kg)	Max. 50.0	Max. 85.0
Actividad de la diastasa (DN)	Min. 8.0	min. 3.0
Sacarosa aparente (%)	Max. 6,0	Max. 6.0
Minerales (%)	Max. 0,6	Max. 0.6
Hydroxydometylformal (mg / kg)	Max. 60.0	Max. 40.0

Fuente: (Villas-Bôas y col., 2005)

Brasil, un país rico en especies de abejas sin aguijón que se caracteriza por una gran diversidad ambiental pero que aún no cuenta con una norma única para miel de abejas sin aguijón (Almeida-Muradian, 2009). Aunque la cantidad de miel que se obtiene de una colmena de abejas sin aguijón no es comparable con la abeja africanizada, las ventajas que tienen las abejas sin aguijón, es que son más apropiadas para la polinización de árboles de los bosques y cultivos de Brasil, la miel tiene mejor precio en el mercado como producto orgánico especial, con particularidades de sabor y aroma, que dependen de la flora y especies de abejas (Venturieri, 2003), según (Nogueira-Neto 1997), los diferentes hábitos de pecoreo de abejas sin aguijón, en comparación con las abejas africanizadas, es la consecuencia de la variación en la composición de esta miel. La composición de los dos tipos de mieles (*A. mellifera* y *T. angustula*) de Brasil obtenidos por (Sousa, 2008), así como los valores establecidos para el control de calidad de miel de *A. mellifera* por la reglamentación de Brasil (Brasil. 2000) tabla 1-9. Los resultados demuestran que la legislación vigente referente a la miel de *A. mellifera* (Brasil. 2000), no es adecuada para todas las características analizadas, lo que ratifica la necesidad de establecer un estándar para las mieles de abejas sin aguijón, con el fin de prevenir los constantes fraudes en el mercado formal (Anacleto y col., 2009) y proporcionar herramientas seguras al productor y al consumidor para lograr una comercialización confiable.

Tabla 1-9: Composición de miel de abejas *T. angustula* y *A. mellifera*, en comparación con los parámetros de la legislación de Brasil.

Parámetro fisicoquímico	*a Miel <i>T. angustula</i> n=6	*a Miel de <i>A. mellifera</i> n=6	*b Norma Brasileira miel para <i>A. mellifera</i>
	Media±DS, (Min-Max)	Media±DS, (Min-Max)	Estándar

Humedad %	24,37 ± 0,77, (23,4-25,6)	17,29±1,23, (15,40- 19,00)	Max. 20.0
Sólidos insolubles (g/100g)	0,06±0,03, (0,02- 0,10)	0,04±0,03, (0,01- 0,08)	Max. 0.1
Azúcares reductores (g/100g)	57,09±7,83, (44,78-67,54)	71,50±10,45, (52,98-84,24)	Min. 65.0
Acidez libre (meq/kg)	37,34 ± 16,74, (21,65-63,85)	25,48 ± 5,66, (16,82-32,47)	Max. 50.0
Actividad de la diastasa (DN)	16,93 ± 3,94, (11,01-22,45)	7,32 ± 3,50, (2,20 a 11,49)	Min. 8.0
Sacarosa aparente (g/100g)	2,14±1,80, (0,43 a 4,46)	2,99±2,60, (0,56 a 7,64)	Max. 6.0
Minerales / Ceniza (g/100g)	0,28 ± 0,11, (0,17-0,42)	0,20 ± 0,06, (0,11 a 0,26)	Max. 0.6

*a (Sousa, 2008), *b (Brasil, 2000)

Fuente: (Almeida-Muradian, 2013)

Estudio realizado en Piracicaba, Sao Paulo, Brasil de miel de abejas sin aguijón *T. angustula*, evaluando diferentes parámetros fisicoquímicos de muestras de miel colectadas en dos periodos de cosecha marzo y octubre, con el fin de garantizar tener todos los tipos de miel producida por esta especie de abeja, en esta región, en la tabla 1-10, se observan los parámetros evaluados para identificar la autenticidad de la miel de abejas *T. angustula*. (Anacleto y col., 2009), en el parámetro de color, se encontraron en la mayoría de las muestras de miel, color ámbar y ámbar claro en las mieles cosechadas en marzo, mientras que en las mieles cosechadas en octubre fue donde las muestras presentaros un color ámbar extra claro, junto con los otros dos colores.

Tabla 1-10: Resultados obtenidos de parámetros fisicoquímicos para evaluar la autenticidad de miel de abejas *T. angustula*, recogidos en marzo y octubre de 2005, en Piracicaba, SP.

Miel <i>T. angustula</i>	
Parámetro fisicoquímico	Media±DS, (Min-Max)
pH	4.1± 0,37,(3,54-4,64)
Acidez libre (meq/kg) Base húmeda	45.23± 27,48,(17,00-98,00)
Act Diastasa (ND)	32,28±11,44,(7,16-54,11)

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1337,2 \pm 348,5,(1.061,0-2700,0)
Color (mm Pfund)	Ambar, Ambar claro y Ambar extra claro
Actividad de agua 25°C, (aw)	0.66 \pm 0,06,(0,59-0,82)
Índice de formaldehido ml / kg	12.14 \pm 2,53,(7,00-17,20)

Fuente: (Anacleto y col., 2009)

Los parámetros fisicoquímicos analizados por (Anacleto y col., 2009), para evaluar el deterioro en la miel de abejas *T. angustula*, se puede observar en la tabla 1-11.

Tabla 1-11: Resultados obtenidos de parámetros fisicoquímicos para evaluar, deterioro de miel de abejas *T. angustula*, colectadas en marzo y octubre, en Piracicaba, SP.

Miel <i>T. angustula</i>	
Parámetro fisicoquímico	Media \pm DS, (Min-Max)
Humedad (%)	24,37 \pm 2,02,(23,00-32,50)
Azúcares totales %	56,46 \pm 2,48,(50,63-59,60)
Azúcares reductores (%)	55,46 \pm 2,68,(48,66-57,97)
La sacarosa aparente (%)	0,95 \pm 0,57,(0,13-1,87)
Cenizas (%)	0,39 \pm 0,11,(0,21-0,60)
HMF (mg / kg)	9,39 \pm 8,60,(0,75-30,58)
Proteínas %	0,37 \pm 0,09,(0,27-0,57)

Fuente: (Anacleto y col., 2009)

Los resultados demuestran que la legislación vigente relativa a la miel de *A. mellifera*, no es adecuada para todas las características analizadas, en mieles de abejas sin aguijón, lo que refuerza la necesidad de establecer un estándar adecuado para las mieles de abejas sin aguijón.

Estudio reciente de la miel de abejas sin aguijón para determinar la composición, bioactividad y atributos sensoriales, fue realizado con la miel producida por seis especies de meliponinos; en Argentina (*Tetragonisca fiebrigi*), Australia (*Tetragonula carbonaria*, *Austroplebeia Sime*), Brasil (*Melipona manausensis*, *Melipona seminigra pernigra*) y Venezuela (*Melipona favosa*), fue evaluada con técnicas espectroscópicas para el plomo y contenido de mercurio. Los valores de plomo variaron entre 109,75 y 332,33 g / kg, y el mercurio entre 12,96 y 145,21 g / kg. Valores similares a la miel de *A. mellifera* (Carrero y col., 2013).

En Colombia se han venido desarrollando diferentes tipos de investigaciones en áreas claves sobre abejas sin aguijón, donde se resalta la entomología del insecto, el manejo y control de plagas en nidos y donde es fundamental para la parte productiva tener los lineamientos de mercado potencial. Se realizó un estudio de mercado para miel de la especie de abejas *T. angustula*, donde se observa que esta miel tiene un mercado interesante por suplir, el cual se puede abordar a través del desarrollo de una estrategia diferenciada a partir de dos usos fundamentales, como producto endulzante y o medicinal. No obstante, cada una de estas opciones tiene ventajas y desventajas (Rodríguez, 2007). Pero se resalta que mientras no existan estudios que caractericen el producto y que den elementos claves para conocer con certeza sus diferentes alternativas de uso y sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, poco se podrá avanzar en su comercialización. Es aquí donde el apoyo institucional es fundamental para ejecutar estas actividades que no están al alcance de los productores pero que son requisito fundamental para el crecimiento de este mercado. Se resalta la abundancia y adaptabilidad de la especie *T. angustula* que presenta una amplia distribución en el continente, desde el sur de México hasta Argentina (Olivera y col., 2004).

La meliponicultura productiva y sostenible debe basarse en la generación de conocimiento sobre la biología de la abeja sin aguijón, su entorno y las características de sus productos, por lo tanto, la evaluación de las características físicas y químicas de las diferentes mieles de abejas sin aguijón de Colombia es de gran interés. En este estudio se presenta la información existente sobre las propiedades fisicoquímicas, información nutricional y de calidad de las mieles de pote en Colombia. Pretendiendo suministrar información que permita realizar una diferenciación objetiva entre la auténtica miel de abejas sin aguijón y mieles adulteradas. Al contar con características fisicoquímicas específicas de cada especie de abeja y la referencia de su procedencia geográfica es muy útil para la regulación de adulteración, esta información ayudará en el desarrollo de normas reglamentarias. La tabla 1-12 muestra las especies de abejas sin aguijón a las que se les analizó la miel, la ubicación geográfica y el número de muestras colectadas para cada una (Fuenmayor y col., 2013).

Tabla 1-12: Especies de abejas sin aguijón, ubicación geográfica donde se colectaron las muestras y número de muestras colectadas, para evaluación de composición físico-química en Colombia.

Taxón	Regiones geopolíticas	No muestras de miel de pote
<i>Frieseomelitta spp. a*</i>	Magdalena, Santander, Caldas	6
<i>Melipona compressipes</i>	Santander, Caldas	12
<i>Melipona favosa</i>	Sucre, Magdalena, Cundinamarca	7
<i>Melipona eburnea</i>	Cundinamarca	7
<i>Melipona spp.</i>	Santander	14
<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	Santander, Cundinamarca	3
<i>Nannotrigona spp.</i>	Cundinamarca, Boyacá, Sucre, Santander	4
<i>Paratrigona opaca</i>	Santander	4
<i>Partamona peckolti</i>	Santander	1
<i>Partamona spp.</i>	Santander	1
<i>Plebeia spp.</i>	Santander	1
<i>Scaptotrigona limae</i>	Sucre, Santander	2
<i>Scaptotrigona spp.</i>	Cundinamarca, Caldas, Magdalena, Santander	4
<i>Tetragona spp. a*</i>	Santander	21
<i>Tetragonisca angustula a*</i>	Magdalena, Santander, Cundinamarca, Sucre, Caldas, Tolima, Huila	45

a*: Anteriormente denominado como un subgénero de *Trigona* (Rasmussen y col., 2010).

Fuente: (Fuenmayor y col., 2013).

En este estudio, 44 muestras de miel de abejas sin aguijón, de siete regiones de Colombia fueron analizadas por sus principales características nutricionales y fisicoquímicas, ya que la miel de abejas sin aguijón, como la miel de *A. mellifera*, está compuesta principalmente de azúcares reductores simples (principalmente fructosa y glucosa) y azúcares no reductores (principalmente sacarosa y maltosa), agua y cenizas. Estos parámetros de calidad dependen de muchos factores, incluso para la misma especie, como el grado de madurez alcanzado en el nido de abeja o de la colmena durante la temporada de cosecha, los factores climáticos y geográficos, y otros elementos que afectan la abundancia de flores, composición observada en la tabla 1-13 (Fuenmayor y col., 2013).

Tabla 1-13: Contenido de humedad y azúcar de miel de abejas sin aguijón en Colombia.

Taxón	Humedad a (g/100 g)	Fructosa b (g/100 g)	Glucosa b (g/100g)	Fructosa+glucosa (g/100g)	Disacáridos b, c (g/100g)
	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)
<i>Frieseomelitta spp.</i> d*	33.1±3.3 (6)	17.1±6.6 (5)	12.6±7.5 (5)	29.7±7.5 (5)	3.1±2.7 (5)
<i>Melipona compressipes</i>	25.8±2.0 (12)	36.9±3.7 (11)	34.2±4.4 (11)	71.1±8.1 (11)	3.4±2.2 (11)
<i>Melipona favosa</i>	24.8±1.8 (3)	39.3±7.0 (7)	33.5±3.1 (3)	72.2±7.4 (3)	3.1±1.8 (3)
<i>Melipona eburnea</i>	27.6±2.1 (7)	39.3±7.0 (7)	38.5±7.5 (7)	72.2±7.4 (7)	3.6±1.5 (7)
<i>Melipona spp.</i>	26.2±1.8 (14)	36.7±3.5 (14)	30.9 ± 4.0 (14)	67.6±7.5 (14)	6.0±2.3 (14)
<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	27.5±4.2 (3)	40.1±18.1 (2)	25.7 ± 17.0 (2)	65.8±35.1 (2)	7.9±4.3 (2)
<i>Nannotrigona spp.</i>	25.7±1.8 (4)	33.1±4.1 (4)	17.7±3.7 (4)	50.8±7.4 (4)	9.7±4.3 (4)
<i>Paratrigona opaca</i>	26.6±1.2 (4)	30.9±2.4 (4)	27.2±10.7 (4)	58.1±12.4 (4)	3.9±2.8 (4)
<i>Partamona peckolti</i>	42.7 (1)	26.6 (1)	14.0 (1)	40.6 (1)	6.1 (1)
<i>Partamona spp.</i>	28.9 (1)	29.0 (1)	9.3 (1)	38.3 (1)	13.1 (1)
<i>Plebeia spp.</i>	28.6 (1)	17.4 (1)	19.3 (1)	36.7 (1)	0.9 (1)
<i>Scaptotrigona limae</i>	25.8±2.2 (2)	39.0±0.7 (2)	28.7±3.4 (2)	67.7±4.1 (2)	6.6±4.6 (2)
<i>Scaptotrigona spp.</i>	26.9±2.9 (4)	31.8±2.9 (4)	23.9±3.1 (4)	55.7±5.0 (4)	12.1±7.4 (4)
<i>Tetragona spp. d*</i>	25.8±3.6 (21)	31.8±3.9 (19)	29.0±6.8 (19)	60.8±10.7 (19)	4.4±5.6 (19)
<i>T. angustula d*</i>	24.3±2.3 (44)	30.1±5.4 (41)	23.5±6.4 (41)	53.6±11.8 (41)	4.2±2.4 (41)

(NM): número de muestras analizadas, a: medida por refractometría según metodología estándar AOAC 969.38B (AOAC 1998), b: evaluada través del método HPLC basado en el método AOAC 979.23 y 983.22 metodologías estándar (AOAC 1998), c: Sacarosa más maltosa, d*: Anteriormente denominado como un subgénero de *Trigona* (Rasmussen y Col., 2010).

Fuente: (Fuenmayor y col., 2013).

El contenido de cenizas y minerales dependen fuertemente no sólo en el origen botánico y geográfico, sino también de las especies (Vit y col., 2004, 2005; Vit, 2005; Souza y col., 2006). La concentración de cenizas y algunos minerales (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn) Para la miel de abejas sin aguijón de cuatro géneros en Colombia se muestran en la Tabla 1-14 (Fuenmayor y col., 2013).

Tabla 1-14: Contenido de Cenizas y minerales de miel de abejas sin aguijón en Colombia.

Taxón	Cenizas a (g/100 g)	Sodio b (mg/kg)	Potasio b (mg/kg)	Calcio b(mg/kg)	Magnesi o b (mg/kg)	Hierro b (mg/kg)	Cobre b (mg/kg)	Zinc b (mg/kg)
	Media±D S (NM)	Media±D S (NM)	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)	Media±D S (NM)	Media±D S (NM)	Media±D S (NM)	Media±D S (NM)

<i>Melipona compressipes</i>	0.09 (1)	63.6 (1)	299.8 (1)	55.0 (1)	20.0 (1)	4.8 (1)	1.2 (1)	10.8 (1)
<i>Melipona favosa</i>	0.01±0.01 (2)	–	–	–	–	–	–	–
<i>Melipona spp.</i>	0.20±0.00 (2)	67.7±33.6 (2)	545.7±138.2 (2)	150.3±0.9 (2)	32.5±1.8 (2)	3.3±0.3 (2)	0.8±0.4 (2)	6.7±2.5 (1)
<i>Nannotrigona spp.</i>	0.33 (1)	154.5 (1)	961.2 (1)	117.0 (1)	4.7 (1)	49.6 (1)	1.9 (1)	14.9 (1)
<i>Scaptotrigona limae</i>	0.04 (1)	–	–	–	–	–	–	–
<i>Scaptotrigona spp.</i>	0.06 (1)	–	188.3 (1)	51.5 (1)	37.4 (1)	15.1 (1)	0.6 (1)	19 (1)
<i>Tetragona spp. c</i>	0.50±0.08 (5)	178.3±29.5 (5)	1669.4±388.8 (5)	267.8±113.3 (5)	85.5±7.1 (5)	6.2±0.8 (5)	1.2±0.7 (5)	18.1±3.1 (5)
<i>T. angustula c</i>	0.21±0.70 (12)	155.0±65.1 (9)	576.6±177.6 (9)	199.6±63.4 (9)	56.0±27.5 (9)	5.8±2.3 (9)	0.9±0.3 (9)	19.6±8.3 (9)

(NM): número de muestras analizadas, a: El contenido de cenizas se determinó de acuerdo con la metodología estándar de la AOAC 920.181 (AOAC 1998), b: elementos minerales (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn) fueron cuantificadas por espectrometría de absorción atómica de acuerdo con la metodología estándar AOAC 979.23 (AOAC 1998), c: Anteriormente denominado como un subgénero de *Trigona* (Rasmussen y Cameron 2010)

Fuente: (Fuenmayor y col., 2013).

Otros parámetros de calidad fisicoquímica, son importantes para establecer la identidad de cada variedad de miel, de acuerdo con las especies de abejas y su origen geográfico, proporcionando a las organizaciones reguladoras herramientas objetivas para la prevención de la falsificación de miel en el comercio. Los parámetros de calidad de la miel producida por *A. mellifera* no están directamente relacionados con el valor nutritivo (es decir, humedad, azúcares y minerales), sino a la autenticidad, la denominación de origen y la seguridad (pH, acidez, hidroximetilfurfural, actividad diastasa, rotación específica, conductividad y color). Tal calificación, junto con la necesidad de evitar la adulteración y falsificación, han llevado a las instituciones de regulación de alimentos a establecer normas que son generalmente muy exactas para la miel de *A. mellifera*, pero excluyen de la regulación la miel de otras especies de abejas. Esta situación se produce en varios países, entre ellos Colombia. Los resultados obtenidos para estos parámetros se pueden observar en la tabla 1-15, donde se presenta la información existente sobre el color, pH, acidez, actividad diastasa, HMF, conductividad y rotación específica de las mieles de

abejas sin aguijón de Colombia. Este estudio constituye la base para el establecimiento de una norma de calidad para este producto en Colombia (Fuenmayor y col., 2013).

Tabla 1-15: Parámetros de calidad fisicoquímica de la miel de abejas sin aguijón de Colombia.

Taxón	Color (mm Pfund) a	pH b	Libre acidez b (meq / kg)	Actividad diastasa c (DN)	HMF d (mg/kg)	Conductividad e m S / cm)	Rotación específica e
	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)	Media±DS (NM)
<i>Frieseomelitta spp. f</i>	82±7 (3)	–	–	–	–	–	–
<i>Melipona compressipes</i>	42±19 (10)	–	7.0 (1)	n.d. (2)	3.0 (1)	1049±56 (2)	-12.6±2.6 (2)
<i>Melipona favosa</i>	36±4 (3)	–	–	n.d. (1)	–	–	–
<i>Melipona eburnea</i>	34.4±8 (7)	–	–	–	–	–	–
<i>Melipona spp.</i>	45.2±27.8 (13)	–	–	–	–	–	–
<i>Nannotrigona spp.</i>	65±4 (2)	–	–	–	–	–	–
<i>Paratrigona opaca</i>	36±15 (4)	4.1 (1)	31.7 (1)	–	–	–	–
<i>Plebeia spp.</i>	62 (1)	–	–	–	–	–	–
<i>Scaptotrigona spp.</i>	54±27 (4)	4.5 (1)	57.83 (1)	2.4 (1)	6.0 (1)	392 (1)	–
<i>Tetragona spp. f</i>	70±15 (18)	4.2±0.3 (4)	44.3±21.8 (4)	17.8±5.5 (2)	1.0±1.1 (2)	1183 ± 122 (3)	-1.1 (1)
<i>T. angustula f</i>	49±19 (23)	4.2±0.3 (12)	39.2±22.9 (12)	16.7±9.2 (8)	1.3±2.1 (6)	658±57 (2)	2.6±1.3 (3)

(NM): número de muestras analizadas, a: Fotometría estimado en la escala Pfund utilizando un colorímetro C-221 (Hanna Instruments, EE.UU.), b: pH se mide a 20 ° C (10 g de honey/ 75 ml agua); acidez libre se evaluó por neutralización de acuerdo con la metodología estándar de la AOAC 962.19 (AOAC 1998), c: Diastasa actividad evaluada por el método de Schade (Bogdanov y col., 1997); DN: número de diastasa, d: Hidroximetilfurfural (HMF) evaluó espectrofotométricamente de acuerdo con el método descrito por (Bogdanov y col., 1997), e: La conductividad eléctrica y Rotación específica evaluados de acuerdo con los métodos descritos por (Bogdanov y col., 1997).

Fuente: (Fuenmayor y col., 2013).

La distribución de la miel de abejas sin aguijón en el mercado es limitado, en comparación con la miel de *A. mellifera*, como consecuencia de la limitada producción, vida útil más corta y la falta de una norma de calidad de las instituciones, debido al escaso conocimiento sobre los productos. El objetivo principal de esta investigación fue establecer los atributos de calidad de la miel de abejas sin aguijón con base a sus propiedades fisicoquímicas y la aplicación de una "nariz electrónica" para monitorear los componentes volátiles de la miel. La nariz electrónica consta de una serie de sensores específicos o de amplio espectro químico que imitan el olfato humano y convierten las

señales de los sensores en datos que pueden ser analizados con el software estadístico apropiado.

Tales características facilitan en gran medida el seguimiento de los componentes volátiles de los alimentos, el suministro de información en tiempo real acerca de las diversas características de los alimentos en estudio (Schaller y col., 1999). El proceso operativo fue estandarizado y optimizado según lo informado por (Zuluaga y col., 2011). Tres gramos de cada muestra se colocaron en 40 ml de Pyrex® viales con tapones de silicona y luego se introdujeron en la unidad de muestreo de la nariz electrónica. Esta investigación preliminar determina que una 'nariz electrónica' es una valiosa herramienta para determinar la calidad y la autenticidad de la miel de abejas sin aguijón. Un análisis de nariz electrónica se ha llevado a cabo para la miel de *A. mellifera* (Benedetti y col., 2004; Lammertyn y col., 2004; Zuluaga y col., 2011). En este estudio se presenta por primera vez, un enfoque multivariado de nariz electrónica para miel de abejas sin aguijón de Colombia. Los resultados fisicoquímicos de abeja sin aguijón y *A. mellifera* se pueden observar en la tabla 1-16, datos extractados de la tabla 1-13 para las mieles de las especies sin aguijón. Para crear los modelos de clasificación, se organizaron los datos en dos matrices, se analizaron por separado con PLS-DA.

La primera matriz de datos agrupados miel de abeja sin aguijón de *M. compressipes*, *M. favosa* y *M. eburnea*. La segunda matriz de datos agrupados de miel de abeja sin aguijón *Melipona*, *Tetragona* y *A. mellifera*. Los resultados obtenidos demuestran que el modelo tiene una buena capacidad para el reconocimiento de clases y debe ser probado para la predicción en el futuro (Zuluaga y col., 2013).

Tabla 1-16: Resultados fisicoquímicos de mieles analizadas en Colombia

Género/especie	Humedad (g/100g)	Glucosa (G) (g/100g)	Fructosa (F) (g/100g)	Disacáridos (D) a (g/100g)	Azúcares (G+F+D) (g/100g)
	Media±DS	Media±DS	Media±DS	Media±DS	Media±DS
<i>Melipona</i>					
<i>M. compressipes</i>	25.8±2.0	34.2±4.4	36.9±3.7	3.4±2.2	75.2±8.0
<i>M. eburnea</i>	27.6±2.1	38.5±7.5	39.3±7	0 3.6±1.5	73.0±3.4
<i>M. favosa</i>	24.8±1.8	33.5±3.1	38.7±4.3	3.1±1.8	75.3± 6.2
<i>Melipona spp.</i>	26.8±5.3	30.5 ± 5.6	36.9 ± 5.7	6.5 ± 3.2	73.5 ± 8.0
<i>Tetragona</i>					
<i>Tetragona spp.</i>	25.8±3.6	29.0±6.8	31.8±3.9	4.4± 5.6	69.1±4.3
<i>Apis</i>					
<i>A. mellifera</i>	18.6±1.5	32.6±4.4	40.1± 3.9	6.8±2.1	82.6±9.3

a: Sacarosa más maltosa

Fuente: (Zuluaga y col., 2013)

Aunque parámetros, como especificidad, sensibilidad y precisión, establecen que la capacidad de predicción es muy precisa para *M. compressipes* y *M. eburnea*. Sin embargo, para *M. favosa* el modelo tiene una capacidad justa para diferenciar muestras de esta clase, pero una baja capacidad para predecir nuevas muestras desconocidas. Los resultados de PLS-DA para establecer diferencias de *A. mellifera*, *Melipona* y *Tetragona* muestran la diferenciación de *A. mellifera* y la separación entre *Melipona* y *Tetragona*. *A. mellifera* se caracteriza por altos niveles de fructosa y de bajo contenido de humedad. La evaluación del modelo muestra una clasificación bien ajustado y una sólida capacidad de predicción, sobre todo para las especies *Tetragona* y *A. mellifera*. En el caso de *Melipona*, el modelo es adecuado para diferenciar muestras de esta especie, pero de acuerdo a los resultados de la validación cruzada, el modelo tiene una baja predicción de nuevas muestras desconocidas para esta clase. La clasificación de miel fue posible gracias a las respuestas de los sensores y los datos de análisis químico simple. Los resultados mostraron que es posible crear un modelo que facilite la diferenciación y clasificación de la miel según la especie, en este caso, de abejas sin aguijón de Colombia. El modelo de PLS-DA puede ser implementado como una herramienta útil en la clasificación para garantizar calidad y autenticidad de la miel. Los datos del análisis de nariz electrónica confirmaron que los compuestos orgánicos volátiles y semi-volátiles presentes contribuyeron significativamente al aroma de miel y para la variación de aroma en relación con las especies de abejas. El aroma es un parámetro muy importante para la definición

de calidad de los productos apícolas (Ampuero y col., 2004;.. Benedetti y col., 2004). La miel de abejas sin aguijón tiene diferentes sabores dependiendo de varios factores, uno de los cuales es la especie de abeja (Vit y col., 2011a, b). Sin embargo, en Colombia, no ha habido estudios dirigidos a la caracterización y diferenciación de mieles desde un punto de vista objetivo. Es evidente que existen otros tipos de análisis que facilitan la discriminación de la miel según la especie (por ejemplo, cromatografía de gases), pero al utilizar una nariz electrónica se demuestra que la metodología propuesta es simple, rápida y no requiere el aislamiento de los componentes volátiles. Esto hace que la técnica sea particularmente útil para el control de calidad en línea, ya que cualquier alteración que cause cambios en la fracción volátil puede ser detectada, esto es de gran importancia para controlar la adulteración y la falsificación (actividades muy comunes en las ventas de miel de abejas sin aguijón) (Zuluaga y col., 2013).

Investigaciones realizadas en Colombia de las propiedades de la miel de *T. angustula*, exhibe acción bactericida significativa sobre *Micrococcus* y *E. coli* en todas las concentraciones y sobre *Klebsiella* y *Salmonella* solo en concentraciones de 90, 45 y 22.3% de miel. *E. coli* y *Staphylococcus aureus* demuestran ser más susceptibles a la presencia de mieles de *T. angustula*, en comparación con mieles de *A. mellifera*; no obstante las probabilidades observadas en *S. aureus* no son significativas al estar por debajo de 0.23, mientras que las probabilidades de inhibir a *E. coli* con mieles de *T. angustula*, al menos para las tres primeras diluciones, es de un ciento por ciento ($P(x)=1$) se puede observar en la tabla 1-17 (Gamboa y col., 2008).

Tabla 1-17: Probabilidades binomiales de la acción bactericida de mieles de *T. angustula*.

Cepa bacteriana	Concentración de la miel					
	n	90%	45%	22.30%	11.30%	5.60%
	P(x)					
<i>Escherichia coli</i>	44	1	1	1	0.44	0.33
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	44	0.91	0.91	0.85	0.91	0.91
<i>Salmonella enterica</i>	43	1	0.99	0.89	0.38	1E-0.3
<i>Bacillus Subtilis</i>	41	0.62	0.5	0.17	0.38	0.27
<i>Micrococcus luteus</i>	43	1	1	1	0.98	0.97
<i>Staphylococcus aureus</i>	44	0.23	0.05	0.002	0.005	1E-05

Fuente: (Gamboa y col., 2008).

Estudio realizado por (Hernández y col., 2009) con el fin de conocer la naturaleza de mieles de algunas especies de abejas nativas colombianas, analizan 21 muestras de *T. angustula* y 17 muestras de *Melipona spp.* Encontrando Para *T. angustula*, recuentos de mesófilos entre 20 y 10×10^3 UFC/gr, para hongos y levaduras entre 20 y 16×10^4 UFC/gr. Y para mieles de *Melipona spp.*, mesófilos entre 40 y 11×10^4 UFC/gr y hongos y levaduras entre 20 y 93×10^3 UFC/gr, ver tabla 1-18.

Tabla 1-18: Análisis microbiológico de miel de *T. angustula* y *Melipona spp*

Microorganismos evaluados	Muestras de miel	
	<i>T. angustula</i>	<i>Melipona sp</i>
Mesófilos log(UFC/g)	5.30	6.60
Mohos log(UFC/g)	6.30	5.30
Levaduras log(UFC/g)	6.20	5.97

Fuente: (Hernández y col., 2009)

Incidencia y Tipos de Microorganismos Presentes en los Alimentos: Un alimento sano buena calidad sanitaria, implica ausencia de microorganismos patógenos y/o sus toxinas y registro de características organolépticas que proporcionen plena satisfacción al ser consumido. Esto significa que en el proceso de control sanitario de los alimentos hay que plantearse acciones que no solo tiendan a lograr productos libres de tales agentes, sino también que los alimentos deben cumplir determinados requisitos para que puedan llegar a la población: frescos, atractivos, sabrosos, digestivos y con capacidad nutricional al máximo nivel. En los alimentos existe una gran diversidad de microorganismos, en general, el número y tipo de microorganismos presentes en un producto alimenticio terminado están influenciados por: el medio ambiente general del cual fue obtenido el alimento, la calidad microbiológica del alimento en su estado fresco o antes de ser tratado, las condiciones higiénicas bajo las cuales el alimento fue manipulado y tratado y la adecuación de las posteriores condiciones de envasado, manipulación y almacenamiento para mantener la microbiota a un bajo nivel. A la hora de producir alimentos comerciales de buena calidad, es importante mantener los microorganismos a un bajo nivel por razones estéticas, de salud pública y de vida útil. Tres grandes grupos de microorganismos llevan el campo de acción de la microbiología sanitaria: aquellos que afectan las características organolépticas de los alimentos; los que se agrupan al margen de las líneas taxonómicas, en función de ciertas características morfológicas, fisiológicas y ecológicas y los que afectan la salud del consumidor y están en estrecha relación con la

microbiología médica. De ahí que el control microbiológico de los alimentos, en relación directa con los grupos antes mencionados, esté dirigido a la investigación de: microorganismos alteradores, microorganismos indicadores, y microorganismos patógenos y/o sus toxinas. La actividad microbiana es el principal mecanismo que produce alteración en la apariencia de un alimento, en cuanto a frecuencia e intensidad. El deterioro de los alimentos es desde luego, como la presencia de microorganismos patógenos, una condición indeseable. Sin embargo, considérese que ese hecho es detectable por el consumidor frente al alimento, de manera que se encuentra en la situación ventajosa de decidir si lo acepta o no. La presencia de los agentes patógenos en contraste, no suele acompañarse de cambios sensoriales objetables. A menor incidencia de microorganismo deterioradores activos, mayor riesgo de que una colonización concurrente por patógenos pase inadvertida, situación evidente de riesgo mayor. La regla general es que la colonización de un alimento por bacterias patógenas no se traduce en cambios sensoriales adversos, esto es, no cursan con deterioro del alimento (Caballero, 2008)

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar los cambios ocurridos en la miel antes de ser cosechada de nidos de especies de abejas sin aguijón y su estabilidad en diferentes condiciones de almacenamiento pos cosecha.

2.2 Objetivos Específicos

- Seleccionar las especies de abejas sin aguijón promisorias en Colombia, acudiendo a los reportes formales e informales de productividad y disponibilidad por manejo tradicional.
- Evaluar las diferencias que presenta la miel almacenada en alveolos con diferente estructura física en colmenas de las especies de abejas seleccionadas.
- Evaluar la estabilidad durante el almacenamiento pos cosecha de la miel extraída de colmenas de las especies seleccionadas.
- Establecer las recomendaciones de manejo de la miel de abejas nativas, enfocadas al aprovechamiento como alternativa agroindustrial.

3.MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos – ICTA en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y en los meliponarios ubicados en diferentes departamentos de Colombia.

3.1 Selección de especies de abejas sin aguijón con potencial productivo en Colombia.

Para la selección e identificación de tipos de meliponinos con potencial productivo, se realizó una revisión de literatura de las especies trabajadas en diferentes países teniendo en cuenta las características geográficas similares a las de Colombia. Se determinaron los componentes más relevantes en cada país para implementar su desarrollo.

Se efectuó una revisión bibliográfica sobre los trabajos desarrollados en Colombia de especies de abejas nativas.

3.1.1 Encuestas a siete departamentos.

Se diseñó un formulario, con el fin de recopilar información relacionada con la existencia de colmenas y producción de miel en los diferentes meliponarios de los departamentos del Huila, Santander, Boyacá, Antioquia, Caldas, Cundinamarca y Magdalena. Para este diseño se tomaron en cuenta los siguientes parámetros de especial interés: número de especies, tipo de colmenas, volumen de producción por colmena, ubicación del meliponario, entre otros. Este formulario fue diligenciado por meliponicultores, algunos en forma física y otros por medio virtual, de tal forma que se lograra obtener la mayor cantidad de formularios diligenciados.

Adicionalmente se realizaron visitas a meliponarios en diferentes zonas del país, con el fin de establecer la especie que los productores preferían o tenían en sus meliponarios.

La información obtenida fue procesada con el fin de determinar los parámetros a tener en cuenta para discriminar y definir la o las especies más relevantes, algunos de estos parámetros fueron:

Información de las colmenas

- Número de colmenas por especie en cada meliponario.
- Ubicación del meliponario
- Tipos de colmenas utilizadas. (Naturales, rústicas, semitecnificadas y tecnificadas)

Información de la flora cercana al meliponario

- Cultivos
- Árboles
- Arbustos

Información de producción de las colmenas

- Cantidad de miel producida por especie, por colmena al año.
- Tipo de extracción realizada
- Manejo postcosecha
- Tipo de comercialización utilizada

La información colectada se tabuló y se destacaron las características más comunes, resaltando producción de miel y número de especies por meliponario. Y se realizó una tabla de datos con las características de los tipos de colmenas utilizadas en los diferentes meliponarios, junto con un archivo fotográfico.

3.1.2 Estimación de características fisicoquímicas y microbiológicas de miel de tres especies de abejas sin aguijón

Se seleccionaron tres especies de abejas sin aguijón, la especie se caracterizaban por tener potencial productivo, con ello se buscaba evaluar y definir las posibles diferencias que presentaban las mieles producidas por las mismas, a las cuales se realizó una valoración de las características fisicoquímicas y microbiológicas a 11 muestras de miel, cinco de las cuales fueron de la especie *T. angustula*, tres de *M. eburnea* y tres de *Melipona spp*, colectadas en diferentes meliponarios del departamento de Antioquia en

Colombia, estas fueron tomadas directamente de las colmenas empleando el método de partición de potes por escurrido, sin tener en cuenta la clasificación de los potes, las muestras se mantuvieron a 4 °C hasta realizar el análisis fisicoquímico y microbiológico, los parámetros evaluados se referencian en las tablas 3-1 y 3-2, los datos obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico Statistix 8, en donde se realizó un análisis de varianza con un modelo completamente al azar de un factor con un nivel de significancia del 5%, en conjunción con una prueba de comparaciones múltiples de Tukey-Kramer, por otra parte, como técnica multivariada se realizó el análisis de componentes principales-PCA para la exploración de los datos obtenidos. Los diferentes análisis estadísticos fueron llevados a cabo en el software MATLAB R2012 v. 7.9 (Mathworks, USA).

3.2 Evaluación de las diferencias que presenta la miel almacenada en alveolos con diferente estructura física en colmenas de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811).

Después de seleccionada la especie *T. angustula* se realizaron visitas a los meliponarios que tenían mayor número de colmenas de esta especie, allí se realizó la identificación de las colmenas utilizadas para esta especie, la descripción de las partes del nido y en especial de los alveolos o potes en los cuales almacena la miel y el polen.

Se efectuaron observaciones de colmenas abiertas de *T. angustula*, dando prioridad al estado de los potes e identificando las características visuales de estos, para encontrar las posibles diferencias. Con base en lo anterior se establecieron los tipos de potes según su estructura.

Se compiló información directamente de las colmena pertenecientes a los meliponarios muestreados, con el fin de caracterizar el comportamiento de las abejas con relación al desarrollo de los potes y el aporte físico y/o químico que ellas realizan sobre la miel, esto con el fin de identificar las características que la miel tiene cuando es consumida por estas. Formando un registro fotográfico de los tipos de potes encontrados en las diferentes colmenas y la toma de datos de estos.

Para los diferentes tipos de potes detectados en colmenas de la especie, *T. angustula* se tomaron muestras preliminares de miel directamente de los potes y se efectuaron mediciones in situ de Humedad (%), °Brix y pH mediante la utilización de los equipos

portátiles: (refractómetro manual Euromex Microscopes-Holland, RF 0.232 HC TYPE (0-32%) y (potenciómetro digital marca Orión Modelo 420). Realizándoles tres mediciones a cada muestra para veracidad de los datos obtenidos.

Para la toma de muestras se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Utilización de implementos de higiene como guantes, gorro, tapa boca, bata, etc, en la toma de las muestras de miel.
- Toma de muestras de miel con pipetas nuevas esterilizadas, en frascos esterilizados.
- Etiquetado de los frascos, con el fin de no confundir las diferentes muestras tomadas en campo.
- Mantenimiento de muestras en neveras con hielo seco para mantenerlas refrigeradas hasta la llegada al laboratorio.

Se seleccionaron meliponarios de *T. angustula* ubicados las regiones de Socorro, (Santander) y Medellín, (Antioquia), Colombia; donde fueron colectadas muestras de miel con pipeta Pasteur de 3ml, directamente de los potes de la colmena. Estas muestras de miel tomadas de los diferentes tipos de potes, se colocaron en frascos de vidrio color ámbar previamente codificados, los cuáles fueron llevados al laboratorio, donde se les realizó un análisis fisicoquímico y microbiológico.

Se realizó una toma de datos con tres repeticiones respectivamente, se efectuó el análisis estadístico con un modelo de diseño Factorial con dos factores, tres variables y un nivel de significancia del 5%, llevando cabo un análisis de varianza con el software Statistix 8 y MATLAB v. 7.9 (Mathworks, USA). Los factores que se utilizaron fueron: número de colmena y tipo de pote. En conjunción con una prueba de comparaciones múltiples de Tukey-Kramer. Para establecer las similitudes y diferencias de la miel en los diferentes tipos de potes.

3.2.1 Evaluación de tipos de extracción.

Se realizó una visita a los meliponarios seleccionados con abejas sin aguijón *T. angustula* ubicados en el municipio de Socorro (Santander), colectando siete muestras de miel, utilizando los siguientes tipos de extracción:

- Con pipeta Pasteur de 3ml, se realizó la extracción de miel a dos tipos de potes identificados en las colmenas, tomando 1 muestra de pote abierto (PA) y 2 muestras de pote cerrado sin burbuja (PCSB).
- Por punzado y escurrido, se realizó la extracción mezclando todos los tipos de potes y tomando 3 muestras.
- Por partición de potes por escurrido, se realizó la extracción mezclando todos los tipos de potes y tomando 1 muestra.

Luego fueron llevadas al laboratorio las siete muestras de miel colectadas a las que se les realizó un análisis microbiológico, se prosiguió a efectuar una comparación con los requisitos para miel de *A. mellifera* (NTC 1273) y la Resolución. 1057 de 2010 (Ministerio Protección. Social), para evaluar la conformidad de los microorganismos encontrados.

Se realizó una visita al meliponario ubicado en Medellín Antioquia donde se tomaron 8 muestras de miel, de estas, cuatro fueron cosechadas de potes heterogéneos, una de pote cerrado con burbuja, una de pote abierto y dos de pote cerrado sin burbuja, estas muestras fueron recolectadas con diferentes métodos; la muestra de miel proveniente de potes heterogéneos, fue cosechada a través del método de partición de potes por escurrido, para los tipos de potes restantes se utilizó el método de pipeta Pasteur de 3ml. A estas muestras se les realizó un análisis microbiológico, ver tabla 3-2.

3.3 Pruebas de almacenamiento efectuadas a miel de abejas extraída en medellin de colmenas de *T. angustula*.

Se tomaron 42 muestras de miel de abejas *T. angustula* en frascos de vidrio color ámbar de 50ml y se identificaron con un código, se dividieron en tres grupos de 14 frascos. El primer grupo fue almacenado en refrigeración a 4°C, el segundo grupo simulando una temperatura media donde se encuentran ubicadas estas colmenas a 19°C y el tercer grupo simulando una temperatura alta a 28°C. Posteriormente se les realizó un análisis fisicoquímico y microbiológico en diferentes intervalos de tiempo (0, 39, 87,111, 171,222 y 262) días con el fin de observar las posibles variaciones y cambios en la calidad de la miel almacenada.

En la tabla 3-1, se presentan los parámetros fisicoquímicos analizados a las muestras de miel de abejas sin aguijón *T. angustula*, con el método correspondiente.

Tabla 3-1: Análisis fisicoquímicos para caracterización de la miel de abejas sin aguijón.

Parámetro	Técnica de análisis	Metodo
Humedad	Refractometría	AOAC 920.180 (2005)
Azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa)	HPLC	AOAC 979.23 y 983.22 (2005)
Cenizas	Calcinación	AOAC 920.181 (2005)
Minerales	Espectrometría de absorción atómica	AOAC 979.23 (2005)
pH	Potenciometría	AOAC 962.19 (2005)
Acidez libre y láctica	Neutralización de los ácidos	
Actividad diastasa	Espectrofotometría (método de Schade)	(Bogdanov y col., 1997)
Hidroximetilfurfural (HMF)	Espectrofotometría (método de White)	
Rotación específica	Polarimetría	
Color	Espectrocolorimetría	(Gonzales y col., 1999) y (Bulut y Kilic 2009)
Conductividad eléctrica	Conductimetría	(Bogdanov y col., 1997)
Perfil aromático	Nariz electrónica	(Zuluaga y col., 2011)
Fenoles totales	Folin-Ciocalteu modificado	(Silici y col., 2010)
Actividad antioxidante	ABTS	(Huang y col., 2005)
	FRAP	(Álvarez-Suarez y col., 2010)

En la tabla 3-2, se muestran los parámetros microbiológicos realizados a las muestras de miel de abejas sin aguijón *T. angustula*.

Tabla 3-2: Análisis Microbiológicos para evaluar la calidad e inocuidad de la miel de abejas sin aguijón.

Análisis	Referencia
Recuento de microorganismos Mesófilos	NTC 4519 (Icontec, 2009b)
Recuento de Mohos y levaduras	NTC 5698-2 (Icontec, 2009a)
Recuento de Bacterias Ácido Lácticas (BAL)	NTC 5034 (Icontec, 2002)
Detección de <i>Escherichia coli</i>	NTC 4458 (Icontec, 2007a)
Recuento de Coliformes totales y fecales	
<i>Staphylococcus catalasa</i> positiva	International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF, 2002)
Detección de <i>Staphylococcus aureus</i>	NTC 4779 (Icontec, 2007b)
Recuento de Anaerobios sulfito reductores	NTC 4834 (Icontec, 2000)
Detección de <i>Clostridium perfringens</i>	
Detección de <i>Salmonella</i>	NTC 4574 (Icontec, 2007c)
Actividad antimicrobiana (CMI)	Andrews (2001); (Gamboa y Figueroa 2009)

Con los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico y microbiológico, se realizó un seguimiento de las variables a través del tiempo, clasificando la información por medio de tablas para la evaluación de los diferentes parámetros.

3.4 Recomendaciones de manejo de la miel de abejas sin aguijón, enfocadas al aprovechamiento como alternativa agroindustrial.

3.4.1 Recomendaciones de manejo.

Con base en las observaciones realizadas y los parámetros establecidos por diversos investigadores de otros países en el manejo de abejas sin aguijón, se elaboró un esquema de instalación de meliponarios, un diagrama de operaciones incluyendo los

pasos que se deben seguir desde el establecimiento de las colmenas hasta la extracción de la miel de las abejas sin aguijón *T. angustula*.

Posteriormente se organizó un cuadro de actividades técnicas en la extracción de miel de las abejas *T. angustula*, fundamentados en la interpretación de los datos obtenidos en campo, observación de las colmenas e interpretación de los datos analizados en el laboratorio y formando un registro fotográfico de las actividades necesarias para la extracción de miel de abejas sin aguijón *T. angustula*.

3.4.2 Diseño de colmena para la especie de abejas sin aguijón *T. angustula*.

3.4.2.1 Desarrollo de colmena

Con las observaciones realizadas en distintos meliponarios, colmenas y metodologías utilizadas por los meliponicultores en el manejo y cosecha de miel de la especie de abeja *T. angustula*, se generó una tabla con los datos de: tipos de colmenas, medidas y ubicación, con el fin de verificar la pertinencia de las colmenas para esta especie de abeja sin aguijón.

Posteriormente con los datos obtenidos en las colmenas, los meliponarios y los meliponicultores, se buscó establecer una tecnología de crianza, manejo y producción eficiente para la abeja *T. angustula*, por consiguiente se diseñó una colmena para esta especie de abeja con el fin de mejorar dichos procesos.

Para el diseño de la colmena de abejas sin aguijón *T. angustula*, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros: diámetro del involucro, capacidad de producción de potes de miel, potencial de crecimiento en larvas y cantidad máxima de discos de cría.

3.4.2.2 Evaluación de la funcionalidad

Posteriormente al desarrollo del prototipo de la colmena tecnificada, se construyeron 8 réplicas, cuatro construidas en madera de pino blanco y cuatro en madera Chingalé, maderas seleccionadas por ser livianas y no amargas. Estas colmenas se establecieron en dos meliponarios del municipio del Socorro Santander, donde se realizaron tres tipos

de traslados para evaluar el desarrollo del nido en la colmena diseñada, con el fin de evaluar la funcionalidad y eficiencia de estas.

3.4.2.3 Instalación de colmenas, en Meliponarios de Santander Colombia

Para la instalación de las colmenas con el nuevo diseño, se tomaron en cuenta dos parámetros: tipo de madera de las colmenas y diferentes tipos de nidos a trasladar. En cada meliponario se trasladaron dos o tres tipos de nidos de acuerdo a la zona y a las condiciones, para luego dar lugar a que dicha actividad fuera realizada posteriormente por un meliponicultor, con el fin de familiarizarlos con dicho proceso

- **Traslado de nidos de abejas *T. angustula* a colmenas.**

Para el traslado de los nidos de abejas sin aguijón *T. angustula* a las nuevas colmenas, se revisó el comportamiento interno de estas. Se eligió una colmena rustica, otra semi-rustica, otra semi-tecnificada o nido natural y se procedió a realizar el traslado, se efectuaron cortes cuidadosamente a los costados del involucro, con el fin de separar los alveolos que contienen néctar y polen, posteriormente se trasladó el involucro con la precaución de no girar los discos de cría, debido a que los huevos en las celdas son muy delicados, pudiéndose ocasionar perdidas en los mismos, en el traslado fue necesario verificar que la posición de los discos fuera horizontal y que la parte baja del involucro estuviera pegado con trozos de propóleo y cerumen. Superpuesto el involucro sobre la nueva cámara se procedió a realizar el corte del tubo de entrada para ser trasladado y colocado en la nueva colmena, se continuó con la colocación de un alza con láminas de soporte para potes, y sobre las láminas hacia un costado se colocan potes de miel y hacia el otro potes de polen para incentivar a la abeja a llevar ese orden para que a futuro se facilite la recolección, se finalizó sobreponiendo las alzas necesarias hasta alcanzar y sobrepasar un poco la altura del involucro y se cierra el nido con la ubicación de la tapa.

- **Marcación de colmenas.**

Se colocó en uno de los costados de las colmenas un número que identifico la misma, cada una de las alzas fue marcada con el mismo número, pero cada alza se diferenció con una diferente letra, esto con el fin de tener el orden en la posición de cada una. De esta manera se puede tener información de cada una de las nuevas cajas y alzas, si la colmena que se trasladada ya contaba con un número de registro dentro del meliponario, este número se debe colocar, si el traslado fue realizado de un nido natural, la estructura

llevará un número nuevo; esto es necesario para llevar registros de manejo, cosecha, producción y otros.

3.4.2.4 Evaluación de las colmenas

Para la evaluación de las colmenas, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos: adaptabilidad de la especie de abeja a la colmena, formación de potes de miel y polen, organización interna de potes, facilidad de manejo y cosecha por el meliponicultor.

Se efectuó una visita a los meliponarios con colmenas con nuevo diseño, se tomaron muestras de miel en pote sin extractar de las mismas y de colmenas antiguas en cada meliponario.

A estas muestras se les realizó un análisis microbiológico, teniendo en cuenta los microorganismos y metodología descritos en la tabla 3-2. Los sectores analizados en las muestras colectadas fueron: Superficie (muestra tomada a la superficie del pote), miel Interna (muestra tomada a la miel dentro del pote), miel externa (muestra tomada a la miel que gotea fuera del pote). Con el fin de comparar los resultados con los requisitos establecidos para miel de *A. mellifera* (NTC 1273) y la resolución. 1057 de 2010 (Ministerio Protecc. Social) y establecer si hay o no ventajas en el uso de la colmena propuesta.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Selección de especies de abeja sin aguijón con potencial productivo en Colombia.

Con base en la literatura consultada, se puede indicar que cada país tiene un potencial muy variado en explotación de varias especies de abejas sin aguijón, pero dan prioridad a la selección de la especie que cumple con características tales como: abundancia de la especie en diferentes regiones del país, manejo de la especie desde épocas precolombina, tradición cultural en el manejo de determinada especie y otros aspectos de propiedades de la miel conocidos por tradición. Según (Nates y col., 2008), las especies con mayor capacidad de adaptabilidad a diferentes paisajes y con mayor densidad de nidos en el departamento del Meta son *T. angustula* y *T. perangulata*. Y resaltando que (Oliveira y col., 2004), afirman que la especie *T. angustula* se destaca por su adaptabilidad, abundancia y distribución en todo el continente desde Argentina hasta México. *T. angustula* es posiblemente la especie más utilizada en meliponicultura en América (Cortopassi-Laurino y col., 2006).

Las publicaciones encontradas de estudios e investigaciones en comportamiento, manejo y propiedades de sus productos se destacan las especies de *T. angustula*, *Melipona compressipes*, *Melipona favosa*, *Melipona ebúrnea*, *Lestrimelitta limao*, *P. frontalis*, *Scaptotrigona* y otras lo que permite pronosticar un panorama promisorio para la explotación de abejas sin aguijón en los diferentes países que pertenecen al trópico donde se encuentran estas especies.

El estudio realizado por (Nates y col., 2013), en 16 departamentos de Colombia, Antioquia, Atlántico, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Putumayo, Santander, Sucre, Tolima, Valle y Vaupés, reporta 36 especies de abejas sin aguijón de las cuales se localizaron 927 nidos de todas las especies, donde el mayor número de nidos fue de *T. angustula* con 526, siguiéndolas en número de nidos la

especie *Paratrigona* con 106, *Melipona* con 105, *Scaptotrigona* con 71 y con 64 la especie *Nanotrigona*. Siendo estas especies las de mayor numero de colonias manejadas, ver tabla 1-1. Teniendo en cuenta la tabla 1-2, Colombia cultiva el 28% de las 120 especies estimadas, siendo la especie más cultivada según los estudios realizados *T. angustula* con un 57% de las especies reportadas en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Santander, Sucre y Valle.

4.1.1 Formulario utilizado en la compilación de información.

La figura 4-1, muestra el formulario diseñado y utilizado para la recopilación de datos de los meliponicultores de los departamentos del Huila, Santander, Boyacá, Antioquia, Caldas, Cundinamarca y Magdalena, se puede observar con mas detalle en el anexo A.



Figura 4-1: Formulario diseñado y diligenciado para compilar información de meliponarios y meliponicultores.

4.1.2 Clasificación y análisis de información obtenida.

De acuerdo a los datos recopilados en las visitas y los formularios diligenciados, se evidencia una preferencia por el manejo de una o dos especies en cada meliponario, la

tabla 4-1, evidencia el número de meliponarios por departamento, cantidad de nidos y producción de miel al año por especie.

Tabla 4-1: Número de meliponarios, especies encontradas y volumen de miel producida por departamentos.

No	Departamento	Municipio	No Meliponario/ Departamento	Especies de abejas	No de colmenas	Volumen produc/año(L)/ colmena	
1	Huila	Rivera	1	<i>T. angustula</i>	17	0.50	
				<i>M. eburnea</i>	1		
				<i>M. favosa</i>	1		
				<i>Frieseomelitta</i>	1		
2		Pitalito	2	<i>T. angustula</i>	22	0.65	
3		Garzón	3	<i>T. angustula</i>	12	0.50	
				<i>M. eburnea</i>	5	1.70	
				<i>M. favosa</i>	6	0.15	
4		Santander	Santa Barbará	1	<i>T. angustula</i>	11	0.50
					<i>Paratrigona</i>	6	0.20
					<i>Nannotrigona</i>	3	0.30
	<i>Frieseomelitta</i>				1	0.10	
5	2		<i>T. angustula</i>	44	0.60		
			<i>Paratrigona</i>	45	0.30		
6	Cimitarra		3	<i>T. angustula</i>	7	0.70	
				<i>M. eburnea</i>	7	1.00	
				<i>M. grandis</i>	1	1.00	
7	Socorro		4	<i>T. angustula</i>	5	0.50	
				<i>Paratrigona</i>	5	0.20	
		<i>Nannotrigona</i>		0	0.00		
8		5	<i>T. angustula</i>	2	0.50		
			<i>Paratrigona</i>	3	0.10		
			<i>Nannotrigona</i>	3	0.10		
9		6	<i>T. angustula</i>	0			
			<i>Paratrigona</i>	3	0.20		
			<i>Nannotrigona</i>	3	0.20		
10		7	<i>T. angustula</i>	13	0.70		
			<i>Paratrigona</i>	6	0.30		
	<i>Nannotrigona</i>		1	0.30			
11	8	<i>T. angustula</i>	3	0.50			
		<i>Paratrigona</i>	4	0.20			
		<i>Nannotrigona</i>	3	0.20			

Tabla 1-4. Número de meliponarios... (Continuación)

No	Departamento	Municipio	No Meliponario/ Departamento	Especies de abejas	No de colmenas	Volumen produc/año (L)/ colmena	
12	Santander		9	<i>T. angustula</i>	13	0.80	
				<i>Paratrigona</i>	9	0.30	
				<i>Nannotrigona</i>	4	0.30	
				<i>Plebeia spp</i>	1	0.10	
13	Boyacá	Miraflores	1	<i>T. angustula</i>	18	0.50	
14			2	<i>T. angustula</i>	15	0.50	
15			3	<i>T. angustula</i>	12	0.30	
			<i>M. eburnea</i>	4	1.00		
16			4	<i>T. angustula</i>	1	0.20	
			<i>M. eburnea</i>	1	1.00		
17			Medellín (Jardín Botánico).	1	<i>T. angustula</i>	225	0.8
					<i>M. eburnea</i>	6	8
	<i>Carga Barro</i>	12					
18	Mazeo	2	<i>M. eburnea</i>	26	1		
			<i>Melipona spp.</i>	4	1		
19	Antioquia	San Rafael	3	<i>T. angustula</i>	6	0.3	
				<i>M. eburnea</i>	5	2	
4			<i>T. angustula</i>	6	0.3		
			<i>M. eburnea</i>	2	2		
21			5	<i>T. angustula</i>	16	0.3	
			<i>M. eburnea</i>	4	2		
22			6	<i>T. angustula</i>	7	0.3	
			<i>M. eburnea</i>	3	2		
23			Mesa	1	<i>T. angustula</i>	9	
					<i>M. Eburnea</i>	3	
					<i>Paratrigona</i>	1	
					<i>Nannotrigona</i>	3	
24	Cundinamarca	Fusagasuga	2	<i>T. angustula</i>	1	0.5	
				<i>Scaptotrigona spp</i>	6		
				<i>Nannotrigona</i>	5		
				<i>Partamona</i>	3		
25		3	<i>T. angustula</i>	8	0.6		
		<i>M eburnea</i>	3				
		<i>Scaptotrigona spp</i>	3				

Tabla 1-4. Número de meliponarios... (Continuación)

No	Departamento	Municipio	No Meliponario/ Departamento	Especies de abejas	No de colmenas	Volumen produc/año (L)/ colmena
26	Cundinamarca	Fusagasuga	4	<i>T. angustula</i>	6	0.8
				<i>M eburnea</i>	6	1
				<i>Paratrigona</i>	2	
				<i>Nannotrigona</i>	7	
				<i>Scaptotrigona spp</i>	2	
				<i>Desconocida</i>	1	
27	Caldas	Victoria	1	<i>T. angustula</i>	15	0.3
				<i>M. eburnea</i>	2	2
				<i>Scaptotrigona spp</i>	2	
				<i>Oxytrigona spp</i>	1	
				<i>Plebeia spp</i>	1	
				<i>Desconocida</i>	1	
28		Manzanares	2	<i>T. angustula</i>	5	0.3
				<i>Scaptotrigona spp</i>	5	
29	Magdalena	Santa Marta	1	<i>T. angustula</i>	6	0.7
30		Ciénaga	2	<i>T. angustula</i>	8	0.7
31			3	<i>T. angustula</i>	6	0.7
				<i>Nannotrigona</i>	1	0.35
				<i>Plebeia spp</i>	3	0
32			4	<i>T. angustula</i>	6	0.8
33			5	<i>T. angustula</i>	5	0.8
34			6	<i>T. angustula</i>	4	0.6
35			7	<i>T. angustula</i>	5	0.6
36			8	<i>T. angustula</i>	6	0.6
37			9	<i>T. angustula</i>	6	1.1
38			10	<i>T. angustula</i>	18	0.8
39			11	<i>T. angustula</i>	12	0.6
40			12	<i>T. angustula</i>	5	0.6
41	13	<i>T. angustula</i>	5	0.6		
42	14	<i>T. angustula</i>	4	0.6		
Total colmenas localizadas y total volumen de miel (L)por colmena					845	52.85

Con los datos obtenidos en la tabla 4-1, se representan los parámetros más importantes para la definición de las especies que se trabajaran.

4.1.3 Especies de abejas sin aguijón por número de colmenas

En el anexo B, se presentan los datos, de número de colmenas de cada especie, por meliponario, en cada departamento y un total de colmenas por especie. Estos datos permiten visualizar en primera instancia la preferencia o abundancia de una o más especies por meliponario en cada departamento.

En las visitas realizadas a meliponarios de diferentes departamentos se obtuvieron los datos de medidas, objetivo de la colmena, ubicación y las características de los tipos de colmenas utilizadas en los diferentes meliponarios, ver tabla 4-2.

Tabla 4-2: Tipo de colmenas utilizadas en los diferentes Meliponarios visitados en Colombia.

Nombre del meliponario	Ciudad de ubicación	Tipo de colmena	Medidas de cajones (Alto/ ancho/largo – (espesor de madera)) cm	Especificación
La primavera	Santander (Socorro)	Semi-tecnificados	10/21,5/28 – (2)	Producción
La Vega	Santander (Socorro)	Semi-tecnificados	10/21,5/28 – (2)	Producción
El angelito	Boyacá (Miraflores)	Semi-tecnificados	20/20/23 – (1,5)	Producción
La flora	Boyacá (Miraflores)	Semi-tecnificados	25/20/30 – (1,3)	Producción
Santy	Boyacá (Miraflores)	Semi-tecnificados	14/12/27 – (1,5)	Producción
El idilio	Boyacá (Miraflores)	Rustico	Calabazo	Ornamental
El angelito II	Boyacá (Miraflores)	Semi-tecnificados	20/20/23 – (1,5)	Producción
Jardín Botánico	Medellín	Semi-tecnificados	20/20/20 – (1,5)	Producción
			30/10/14 – (1,5)	Captura de enjambres
			Guadua, 40cm y diámetro de 15cm	Captura de enjambres

4.1.3.1 Especies de abeja sin aguijón por número de colmenas por cada departamento.

En la tabla 4-3, se observa que de los tres meliponarios encuestados, las especies con mayor número de colmenas para el departamento del Huila, son *T. angustula* con 51 colmenas con el 78.5% del total, *Melipona favosa* y *M. eburnea* con 7 y 6 colmenas con el 10.8% y el 9.2% respectivamente del total de colmenas localizadas en este departamento.

Tabla 4-3: Meliponarios del departamento de Huila y número de colmenas localizadas por especie.

No Meliponario	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>M. favosa</i>	<i>Friesomelita</i>	Total colmenas /meliponario
1	17	1	1	1	20
2	22				22
3	12	5	6		23
Total colmenas /especie	51	6	7	1	65
% Colmenas / especie	78.5	9.2	10.8	1.5	

Se puede afirmar que la especie con mayor porcentaje de colmenas en el departamento de Huila es la especie *T. angustula*, ya que de las 65 colmenas localizadas en los tres meliponarios encuestados el 78.5% fue de esta especie.

Para el departamento de Santander se encontraron siete especies de abejas sin aguijón, en los nueve meliponarios encuestados las especies de abejas con mayor número de colmenas fueron *T. angustula* con 98 y *Paratrigona* con 81, con un porcentaje de 47.6% y 39.3% respectivamente.

La tabla 4-4, muestra el porcentaje obtenido por las colmenas localizadas en Santander por especie, de un total de 206 colmenas el porcentaje más elevado lo tuvo la especie *T. angustula*.

Tabla 4-4: Meliponarios del departamento de Santander y número de colmenas localizadas por especie.

No Meliponario	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>M. grandis</i>	<i>Paratrigona</i>	<i>Nanotrigona</i>	<i>Frieso-melita</i>	<i>Plebeia spp</i>	Total colmenas/meliponario
1	11			6	3	1		21
2	44			45				89
3	7	7	1					15
4	5			5				10
5	2			3	3			8
6	0			3	3			6
7	13			6	1			20
8	3			4	3			10
9	13			9	4		1	27
Total colmenas /especie	98	7	1	81	17	1	1	206
% Colmenas / especie	47.6	3.4	0.5	39.3	8.3	0.5	0.5	

En el departamento de Boyacá, se encuestaron cuatro meliponarios con dos especies de abejas sin aguijón, allí la especie con mayor numero de colmenas fue *T. angustula* con 46 colmenas y un 90.2% del total de colmenas localizadas, ver tabla 4-5.

Tabla 4-5: Meliponarios del departamento de Boyacá y número de colmenas localizadas por especie.

No Meliponario	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	Total colmenas /meliponario
1	18	0	18
2	15	0	15
3	12	4	16
4	1	1	2
Total colmenas /especie	46	5	51
% Colmenas / especie	90.2	9.8	

La tabla 4-6, de a conocer que para el departamento de Antioquia las especies con mayor numero de colmenas son *T. angustula* y *M. eburnea* con 260 y 46 colmenas

respectivamente, en los seis meliponarios encuestados en este departamento se localizaron un total de 322 colmenas de cuatro especies de abejas, el 80.7% de las colmenas fue de la especie *T. angustula*, con el porcentaje más alto.

Tabla 4-6: Meliponarios del departamento de Antioquia y número de colmenas localizadas por especie.

No Meliponario	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>Melipona spp</i>	Carga barro	Total colmenas /meliponario
1	225	6		12	243
2	0	26	4		30
3	6	5			11
4	6	2			8
5	16	4			20
6	7	3			10
Total colmenas /especie	260	46	4	12	322
% Colmenas / especie	80.7	14.3	1.2	3.7	

En el departamento de Caldas, las especies con mayor número de colmenas localizadas para los dos meliponarios encuestados y las seis especies de abejas sin aguijón, son *T. angustula* y *Scaptotrigona spp* con 20 y 7 colmenas respectivamente, ver tabla 4-7, la especie *T. angustula* cuenta con el 62.5% de las 32 colmenas encontradas entre todas las especies.

Tabla 4-7: Meliponarios del departamento de Caldas y número de colmenas localizadas por especie.

No Meliponario	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>Plebeia spp</i>	<i>Scaptotrigona spp</i>	<i>Oxytrigona spp</i>	Desconocida	Total colmenas /meliponario
1	15	2	1	2	1	1	22
2	5			5			10
Total colmenas /especie	20	2	1	7	1	1	32
% Colmenas / especie	62.5	6.3	3.1	21.9	3.1	3.1	

La tabla 4-8, evidencia que en el departamento de Cundinamarca, fueron cuatro los meliponarios encuestados, y las especies de abejas con mas colmenas fueron la *T. angustula* y *Nannotrigona* con 24 y 15 colmenas respectivamente, un 34.8% y 21.7% de las 69 colmenas localizadas.

Tabla 4-8: Meliponarios del departamento de Cundinamarca y número de colmenas localizadas por especies.

No meliponario	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>Paratrigona</i>	<i>Nannotrigona</i>	<i>Partamona</i>	<i>Scaptotrigona spp</i>	<i>Desconocida</i>	Total colmenas /meliponario
1	9	3	1	3				16
2	1			5	3	6		15
3	8	3				3		14
4	6	6	2	7		2	1	24
Total colmenas /especie	24	12	3	15	3	11	1	69
% Colmenas / especie	34.8	17.4	4.3	21.7	4.3	15.9	1.4	

Para el departamento del Magdalena, de los 14 meliponarios encuestados la especie de abeja con mayor numero de colmenas fue *T. angustula* con un total de 96 y un porcentaje del 96%. Ver tabla 4-9.

Tabla 4-9: Meliponarios del departamento de Magdalena y número de colmenas localizadas por especies.

No meliponario	<i>T. angustula</i>	<i>Nannotrigona</i>	<i>Plebeia spp</i>	Total colmenas /meliponario
1	6			6
2	8			8
3	6	1	3	10
4	6			6
5	5			5
6	4			4
7	5			5
8	6			6

Tabla 4-9. Meliponarios del departamento de Magdalena..... (Continuación).

No meliponario	<i>T. angustula</i>	<i>Nannotrigona</i>	<i>Plebeia spp</i>	Total colmenas /meliponario
9	6			6
10	18			18
11	12			12
12	5			5
13	5			5
14	4			4
Total colmenas /especie	96	1	3	100
% Colmenas / especie	96	1	3	

La tabla 4-10, evidencia la preferencia por el manejo de la especie de abeja *T. angustula* en todos los departamentos donde fueron encuestados los meliponarios, sobresaliendo Antioquia, Santander y Magdalena con 260, 98 y 96 colmenas respectivamente de la especie mencionada.

De 845 colmenas localizadas en todos los departamentos y de las 14 especies de abejas encontradas, 595 colmenas son de *T. angustula*, con el 70,4 %, seguida de la especie *Paratrigona*, con 84 colmenas en Santander y Cundinamarca, con el 9.9% del total.

La especie *M. eburnea* en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca consiguió el 9.2% del total, con 46 y 12 colmenas respectivamente. Mostrando que la especie que tiene mayor relevancia, para los meliponicultores por cantidad de colmenas es *T. angustula*.

Los departamentos del Huila, Boyacá, Antioquia, Caldas y Magdalena poseen más del 60% del total de las especies, con la especie *T. angustula*.

Tabla 4-10: Número de colmenas en los meliponarios encuestados por especie y departamento.

Especie de abeja sin aguijón	No de Meliponarios por departamento							Total de meliponarios	
	3	9	4	6	2	4	14	42	
	Departamentos								
	Huila	Santander	Boyacá	Antioquia	Caldas	Cundinamarca	Magdalena	Total colmenas por especie	% del total de colmenas
<i>T. angustula</i>	51	98	46	260	20	24	96	595	70.4
<i>M. eburnea</i>	6	7	5	46	2	12		78	9.2
<i>M. favosa</i>	7							7	0.8
<i>M. grandis</i>		1						1	0.1
<i>Melipona spp</i>				4				4	0.5
<i>Paratrigona</i>		81				3		84	9.9
<i>Nannotrigona</i>		17				15	1	33	3.9
<i>Frieseomelitta</i>	1	1						2	0.2
<i>Plebeia spp</i>		1			1		3	5	0.6
<i>Partamona</i>						3		3	0.4
<i>Carga barro</i>				12				12	1.4
<i>Scaptotrigona spp</i>					7	11		18	2.1
<i>Oxytrigona spp</i>					1			1	0.1
<i>Desconocida</i>					1	1		2	0.2
<i>Total colmenas por departamento</i>	65	206	51	322	32	69	100	845	

Tabla 4-11: Departamentos encuestados con datos del total de colmenas localizadas y porcentaje de la especie *T. angustula*.

Departamento	Total de colmenas de <i>T. angustula</i>	Total de colmenas por especie	% Colmenas de la especie <i>T. angustula</i>	% Del total de colmenas localizadas por departamento	% Colmenas de <i>T. angustula</i> del total de colmenas localizadas
Huila	51	65	78.5	7.7	6.0
Santander	98	206	47.6	24.4	11.6
Boyacá	46	51	90.2	6.0	5.4
Antioquia	260	322	80.7	38.1	30.8
Caldas	20	32	62.5	3.8	2.4
Cundinamarca	24	69	34.8	8.2	2.8
Magdalena	96	100	96.0	11.8	11.4
Total	595	845		100	70.4

La tabla anterior describe que el 70.4% del total de colmenas encontradas, pertenecían a la especie *T. angustula*, y los departamentos con mayor número de colmenas de esta especie son Antioquia, Santander y Magdalena, pudiendo decir que también estos tres departamentos poseen el mayor número de nidos de todas las especies.

4.1.4 Miel producida al año por especie de abejas.

De acuerdo con las observaciones realizadas por los meliponicultores en lo que se refiere a vocación de la colmena, respecto a producción de miel y facilidad de manejo, se definió de acuerdo al volumen producido por colmena al año, ver tabla 4-1. Allí se reportan los volúmenes de miel en litros (L) producido al año por especie para cada uno de los siete departamentos encuestados. La tabla 4-12 presenta los datos de volumen producido por colmena, teniendo en cuenta el número de colmenas localizadas en cada meliponario.

Tabla 4-12. Producción anual de miel en (L) por..... (Continuación)

Departamento	No Melipon	Volumen de miel producido por colmena/año (Litros).									Total
		<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>M. favosa</i>	<i>M. grandis</i>	<i>Melipona spp</i>	<i>Paratrigona</i>	<i>Nannotrigona</i>	<i>Frieseomelitta</i>	<i>Plebeia spp</i>	
Antioquia	6	180	48								228
			26			4					30
		1.8	10								11.8
		1.8	4								5.8
		4.8	8								12.8
		2.1	6								8.1
Caldas	2	4.5	4							8.5	
		1.5								1.5	
Magdalena	14	4.2								4.2	
		5.6								5.6	
		4.2						0.35		4.55	
		4.8								4.8	
		4								4	
		2.4								2.4	
		3								3	
		3.6								3.6	
		6.6								6.6	
		14.4								14.4	
		7.2								7.2	
		3								3	
3								3			
2.4								2.4			
Total Volumen de miel(L)		385.4	132.5	0.885	1	4	21.9	4.25	0.1	0.1	550.14

Con los datos consignados en la tabla 4-12, se puede establecer que la mayor producción de miel anual, pertenece a la especie *T. angustula*, con 385.4L/año o un 70.1%, de los 550.14L/año producido por todas las colmenas de las diferentes especies localizadas en los 42 meliponarios encuestados. Las colmenas de la especie *M. eburnea*, tienen la segunda producción más alta con 132,5L/año o el 24.1% y la especie *Paratrigona* el tercer lugar con 21,9L/año o el 4.0% siendo estas especies las más representativas en producción de miel.

4.1.4.1 Producción de miel por colmena, especie de abeja y departamento.

Se puede observar en la tabla 4-1, que el mayor volumen de producción de miel en el Huila por colmena al año, es de la especie *M. eburnea*, con 1.7L/año, seguida en volumen por *T. angustula* con 0.55L/año. Teniendo en cuenta el número de colmenas por especie, el volumen de producción de miel cambia favoreciendo considerablemente a la especie *T. angustula*, con un total de 28.8L/año mientras que para *M. eburnea* el volumen fue de 8.5L/año. El volumen total de miel producido por los tres meliponarios fue de 38.19L/año, un 75.42% de la especie *T. angustula*. Ver tabla 4-13.

Tabla 4-13: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento del Huila.

No Meliponario	Volumen de miel (L) producido por colmena de cada especie			Total Volumen(L) /meliponario
	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>M. favosa</i>	
1	8.5			8.5
2	14.3			14.3
3	6	8.5	0.89	15.39
Total volumen(L)	28.8	8.5	0.89	38.19
% Volumen de miel/especie	75.42	22.26	2.32	

La tabla 4-1 evidencia que la especie con mayor potencial de producción de miel al año es la especie *M. eburnea*, seguida de la *M. grandis* con un promedio de 1L, un tercer puesto estaría designado para la especie *T. angustula*, con 0.8L, esto referente a los meliponarios de Santander. No obstante al observar la tabla 4-14, se nota que con respecto al volumen total de miel por número de colmenas, este, cambia a favor de la

especie *T. angustula* con un total de 61.3L/año seguida de la especie *Paratrigona*, con 21.9L/año y *M. eburnea*, con 7L/año. El total de colmenas encontradas en los 9 meliponarios, tuvieron una producción total de miel de 95.3L/año, o sea que la especie *T. angustula*, obtuvo un volumen de producción del 64.32% con respecto a lo producido por todas las especies.

Tabla 4-14: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento de Santander.

No Meliponario	Volumen de miel (L) producido por colmena de cada especie							Total Volumen(L) /meliponario
	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>M. grandis</i>	<i>Paratrigona</i>	<i>Nanno-trigona</i>	<i>Friesio melitta</i>	<i>Plebeia spp</i>	
1	5.5			1.2	0.9	0.1		7.7
2	26.4			13.5				39.9
3	4.9	7	1					12.9
4	2.5			1				3.5
5	1			0.3	0.3			1.6
6				0.6	0.6			1.2
7	9.1			1.8	0.3			11.2
8	1.5			0.8	0.6			2.9
9	10.4			2.7	1.2		0.1	14.4
Total volumen(L)	61.3	7	1	21.9	3.9	0.1	0.1	95.3
% Volumen miel/ especie	64.32	7.35	1.05	22.98	4.09	0.10	0.10	

En el departamento de Boyacá el mayor volumen de producción de miel lo tiene la especie *M. eburnea* con un volumen de 1L/año, seguida de la especie *T. angustula*, con 0.5L, ver tabla 4-1. Según la tabla 4-15, se observa que al sumar la miel producida por el número de colmenas de la misma especie, el volumen de producción de miel, favorece a la especie *T. angustula*, con 20.3L/año y *M. eburnea* con 5L/año, con esto se concluye que el 80.24% de la miel total producida por todas las especies pertenece a *T. angustula*.

Tabla 4-15: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento de Boyacá.

No Meliponario	Volumen de miel (L) producido por colmena de cada especie		Total Volumen(L) /meliponario
	<i>T angustula</i>	<i>M eburnea</i>	
1	9	0	9
2	7.5	0	7.5
3	3.6	4	7.6
4	0.2	1	1.2
Total volumen(L)	20.3	5	25.3
% Volumen miel/especie	80.24	19.76	

Para Antioquia, ver tabla 4-1, el mayor volumen de producción de miel por colmena lo tiene la especie *M. eburnea* con 8L/año, seguida de *Melipona spp* con 1L/año y *T. angustula* con 0.8L/año. Al unir la producción por especie o multiplicando la producción de una colmena por el número de ellas, la especie *T. angustula* tendría un volumen de 190.5L/año, seguida de la *M. eburnea*, con 102L/año y *M. alazana* con 4L/año. Diciéndose que el 64.25% de la producción total corresponde a la especie *T. angustula*.

Tabla 4-16: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento de Antioquia.

No Meliponario	Volumen de miel (L) producido por colmena de cada especie			Total Volumen(L) /meliponario
	<i>T angustula</i>	<i>M eburnea</i>	<i>Melipona sp</i>	
1	180	48		228
2	0	26	4	30
3	1.8	10		11.8
4	1.8	4		5.8
5	4.8	8		12.8
6	2.1	6		8.1
Total volumen(L)	190.5	102	4	296.5
% Volumen miel/especie	64.25	34.40	1.35	

Para el departamento de Caldas según tabla 4-1, el mayor volumen de producción de miel por colmena lo tiene la especie *M. eburnea* con 2L/año, seguida por la especie *T. angustula* con 0.3L/año. Si se observa la tabla 4-17, los datos de producción

multiplicados por número de colmena muestras un total de miel de 6L/año para la especie *T. angustula*, seguida de la especie *M. eburnea*, con 4L/año. El 60% de la producción total de todas las especies fue para *T. angustula*, y el 40% para *M. eburnea*

Tabla 4-17: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento de Caldas.

No Meliponario	Volumen de miel (L) producido por colmena de cada especie		Total Volumen(L) /meliponario
	<i>T angustula</i>	<i>M eburnea</i>	
1	4.5	4	8.5
2	1.5		1.5
Total volumen(L)	6	4	10
% Volumen miel/especie	60	40	

Al observar la tabla 4-1, es evidente notar que para el departamento de Cundinamarca la especie con mayor potencial de producción por colmena es el de la especie *M. eburnea* con 1L/año, seguida de *T. angustula* con 0.8L/año. La tabla 4-18, presenta el total de miel producida por especie y por número de colmenas, este volumen favorece considerablemente a la especie *T. angustula* con 10.1L/año seguida por *M. eburnea* con 6L/año. El departamento obtuvo un volumen de producción total de 16.1L/año, de este el 62.73% pertenece a la especie *T. angustula*.

Tabla 4-18: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento de Cundinamarca.

No Meliponario	Volumen de miel (L) producido por colmena de cada especie		Total Volumen(L) /meliponario
	<i>T angustula</i>	<i>M eburnea</i>	
1			
2	0.5		0.5
3	4.8		4.8
4	4.8	6	9
Total volumen(L)	10.1	6	16.1
% Volumen miel/especie	62.73	37.27	

La tabla 4-1, muestra que el mayor volumen de producción de miel para el departamento del Magdalena, lo tienen las especies *T. angustula* con 1.1L/año y *Nanotrigona* con 0.35L/año. La tabla 4-19, muestra la producción anteriormente mencionada multiplicada

por el número de colmenas por especie, este volumen total es significativo para la especie *T. angustula* la cual produjo 68.4L/año, mientras que la especie *Nannotrigona* solo produjo un volumen de 0.35L/año. El departamento produce anualmente 68.75L de miel de los cuales el 99.49% pertenece a la especie *T. angustula*, especie con evidente potencial productivo.

Tabla 4-19: Producción de miel por total de colmenas por especie/año de los meliponarios del departamento del Magdalena.

No Meliponario	Volumen de miel (L) producido por colmena de cada especie		Total Volumen(L) /meliponario
	<i>T. angustula</i>	<i>Nannotrigona</i>	
1	4.2		4.2
2	5.6		5.6
3	4.2	0.35	4.55
4	4.8		4.8
5	4		4
6	2.4		2.4
7	3		3
8	3.6		3.6
9	6.6		6.6
10	14.4		14.4
11	7.2		7.2
12	3		3
13	3		3
14	2.4		2.4
Total volumen(L)	68.4	0.35	68.75
% Volumen miel/especie	99.49	0.51	

Tomando en cuenta el volumen de miel producida al año por la totalidad de colmenas localizadas por especie y relacionando solo las especies que sobrepasaran 1L/año de miel, se establece, que el mayor volumen total de producción es de la especie *T. angustula* con 385,4L/año, para los siete departamentos encuestados, seguida de *M. eburnea* con 133L/año, ver figura 4-25.

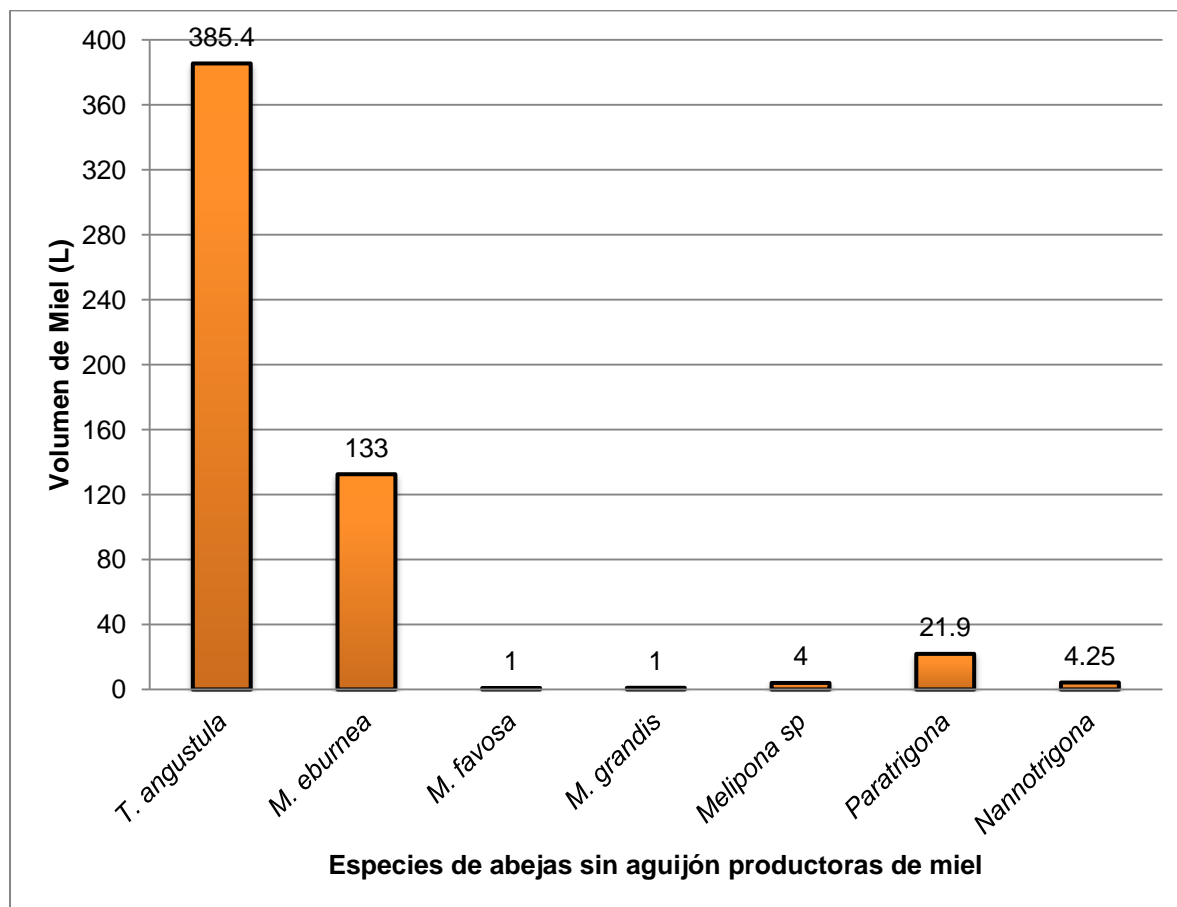


Figura 4-2: Volumen Total de producción de miel por especie por total de meliponarios al año de los departamentos encuestados.

En la tabla 4-20, se observa que el mayor volumen de producción de miel por meliponario, por total de colmenas al año, lo tiene la especie *T. angustula* con 385.4L de los 550.14L totales, o sea el 70.06% de todas las especies y colmenas. El volumen total de esta especie se compone principalmente de 190.5L/año producidos en Antioquia, 61L/año en Santander y 68L/año en Magdalena. De acuerdo a la importancia de producción de miel por volumen, el segundo puesto lo obtendría la especie *M. eburnea* con un total de 132.5L/año o un 24.08% de la producción total, este total producido por esta especie se conforma principalmente por los 102L/año producidos en el departamento de Antioquia. Se puede decir finalmente que el 94.14% del total miel, es producido por las especies mencionadas anteriormente, tan solo el 5.86% es producido por las otras especies.

Tabla 4-20: Producción de miel por total de meliponarios de los departamentos encuestados y porcentaje de volumen de producción de las especies de abejas *T. angustula* y *M. eburnea*.

Departamento	No meliponarios	Total colmenas/ departamento	Volumen miel litros (L) /año			% volumen miel del total de todas las especies	
			Total miel todas las especies	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	% miel de <i>T. angustula</i>	% miel de <i>M. eburnea</i>
Huila	3	65	38.19	28.8	8.5	5.24	1.55
Santander	9	206	95.30	61.3	7	11.14	1.27
Boyacá	4	51	25.30	20.3	5	3.69	0.91
Antioquia	6	322	296.50	190.5	102	34.63	18.54
Caldas	2	32	10.00	6	4	1.09	0.73
Cundinamarca	4	69	16.10	10.1	6	1.84	1.09
Magdalena	14	100	68.75	68.4		12.43	
Total	42	845	550.135	385.4	132.5	70.06	24.08

Es de resaltar la adaptabilidad que tiene la especie *T. angustula* en determinado hábitat, con respecto a diversidad de flora y variación de altura el cual se encuentra entre 0 a 2000 msnm, permitiendo no solo brindar una producción de miel, sino también una polinización efectiva, motivando la reproducción de esta especie y protegiéndola de una posible extinción.

Hay que resaltar que la selección de especies a trabajar fue definida con los criterios de especies criadas en diversos meliponarios, los cuales se encontraban en diferentes departamentos de Colombia teniendo en cuenta volumen de producción y vocación de las colmenas.

Los parámetros seleccionados en los formularios diseñados, para definir las especies de abejas sin aguijón promisorias en Colombia, fueron: abundancia de especie y volumen de producción esto debido a que se pretendía encontrar especies de abejas con vocación productiva de miel y al mismo tiempo tuvieran amplia distribución en diversos departamentos. Bajo este contexto, se define que la especie con mayor distribución en los 7 departamentos y con mayor potencial productivo de miel para Colombia es la especie de abeja *T. angustula*, con 595 colmenas siendo el 70.4% del total de colmenas

localizadas y con una producción anual de 385.4L o el 70.06% de la producción total miel en los departamentos encuestados.

La especie de abejas sin aguijón *M. eburnea*, tiene potencial como producción de miel en los departamentos de Antioquia, Huila, Santander y Boyacá, regiones de Colombia que cuentan con microclimas apropiados para su desarrollo. La producción que esta especie reportó fue de 132.5L/año de miel, siendo el 24.08% de la producción total de miel reportada por todas las especies de abejas sin aguijón y con 78 colmenas o el 9.2% del total de colmenas localizadas en los 7 departamentos.

Se evidencian especies con potencial productivo reprimido como el caso de la especie *Paratrigona* que cuenta con 81 colmenas en Santander y 3 en Cundinamarca y una producción de miel de 22L/año, o el 4% del total de volumen de miel producida por la totalidad de colmenas de abejas sin aguijón reportada para los 7 departamentos; esta especie puede ser utilizada como polinizador efectivo en cítricos, pero es necesario tener cuidado, debido a que es considerada una especie defensiva a lo cual es necesario la utilización de equipo de protección.

Con respecto a la especie *Nannotrigona*, se puede decir que es de fácil manejo puesto que no presenta ningún grado de defensividad, a esta se le atribuyen experiencias como polinizador efectivo bajo invernadero lo cual podría ser un recurso utilizable en diferentes cultivos para los departamentos de Santander y Cundinamarca. En los 7 departamentos encuestados, se localizaron 33 colmenas con el 3.9% del total de colmenas y una producción de miel de 4.25L/año o un 0.8% del total de miel producida por todas las especies.

4.1.5 Valoración de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la miel de tres especies de abejas sin aguijón, después de ser cosechada.

La tabla 4-21 presenta los resultados de la caracterización fisicoquímica, de miel de tres especies de abejas *Tetragonisca angustula*, *Melipona eburnea* y *Melipona spp.* Especies que tenían mayor volumen de miel producida al año y número de colmenas.

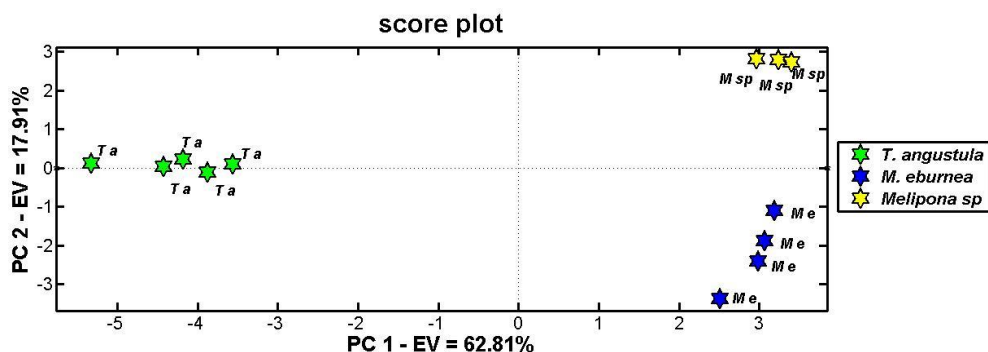
Tabla 4-21: Caracterización fisicoquímica de miel de *T. angustula*, *M. eburnea* y *Melipona spp* extraída por el método de partición de potes por escurrido.

PARÁMETROS	MIEL DE ESPECIES			Rango miel abejas sin aguijón (Souza, 2006) NTC 1273
	<i>T angustula</i>	<i>M eburnea</i>	<i>Melipona spp</i>	
	Media±DS	Media±DS	Media±DS	
Humedad (%)	22.93±0.52 ^b	26.22±0.34 ^a	23.28±0.03 ^b	19.9 - 41.9
°Brix	75.14±0.43 ^a	71.95±0.27 ^b	74.72±0.1 ^a	
pH	4.61±0.14 ^a	3.92±0.02 ^c	4.27±0.01 ^b	3.15 - 4.66
Acidez libre (meq/kg) Base húmeda	38.62±0.51 ^a	40.04±2.23 ^a	30.14±0.83 ^b	5.9 - 109.0
Acidez total (meq/kg) Base Húmeda	38.62±0.51 ^a	40.04±2.23 ^a	30.14±0.83 ^b	
Act Diastasa (ND)	37.56±3.08 ^a	0±0 ^b	0±0 ^b	0.9 - 23.0
Conductividad eléctrica (mS/cm)	1.10±0.12 ^a	0.37±0.03 ^b	0.28±0.00 ^b	0.49 - 8.77
Color (mm Pfund)	57.6±1.52 ^a	23±1.16 ^b	22.33±0.58 ^b	
Fenoles totales (mg Ac. Cafeico /g Miel)	483.38±68.2 ^a	181.4±24.07 ^b	175.93±62.04 ^b	
Fenoles totales (mg Ac. Galico /g Miel)	766.48±139.96 ^a	175.95±30.66 ^b	184.8±73.35 ^b	
Act antiox ABTS (mmol trolox/Kg Miel)	1.55±0.09 ^a	0.66±0.06 ^b	0.59±0.12 ^b	
Act antiox FRAP (mmol trolox/Kg Miel)	1.05±0.03 ^a	0.22±0.01 ^b	0.21±0.03 ^b	
Cenizas (% base seca)	0.38±0.03 ^a	0.3±0.19 ^{ab}	0.12±0.01 ^b	0.01 - 1.18
Sodio (ppm)	120.4±21.74 ^a	55.65±10.11 ^b	56.97±43.46 ^b	
Potasio (ppm)	813.1±392.7 ^a	333.43±58.15 ^b	277.93±212.83 ^b	
Calcio (ppm)	137.8±35.7 ^a	49.75±7.73 ^b	53.1±2.26 ^b	
Hierro (ppm)	14.56±6.1 ^a	4.53±1.55 ^b	2.57±0.81 ^b	
Magnesio (ppm)	74.06±4.17 ^a	18.1±3.1 ^b	12.83±4.84 ^b	
Zinc (ppm)	6±3.63 ^a	18.75±11.84 ^a	8.97±8.85 ^a	
Cobre (ppm)	0.79±1.7 ^a	0 ^a	2.3 ±03 ^a	
HMF (mg/kg)	0.37±0.15 ^a	0.37±0.31 ^a	0.18±0.04 ^a	0.4 - 78.4
Rotación Especifica	3.34±5.6 ^a	-32.5±2.52 ^b	-36.8±1.15 ^b	

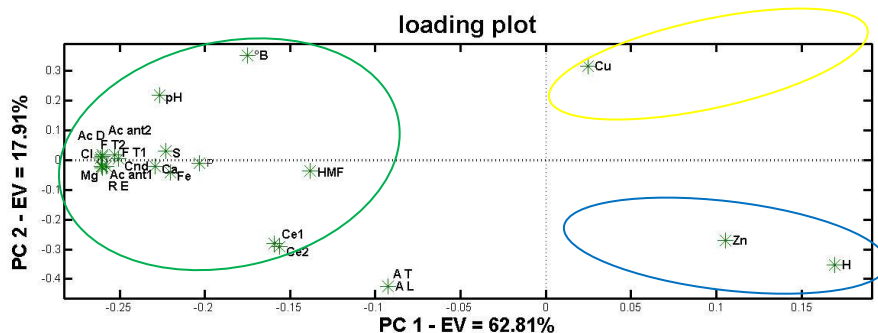
Letras distintas en la misma fila de la tabla indican diferencias significativas entre la composición fisicoquímica en miel de las tres especies, como en el caso del pH, donde se muestra en la tabla 4-21, *T. angustula* se representa con la letra a, *M. eburnea* con la letra c y *Melipona spp* con la letra b, evidenciando que este parámetro es diferente en las tres mieles analizadas.

En la figura 4-3, se observa que las tres muestras de miel de las tres especies de abejas tienen diferentes parámetros que las caracterizan, se puede observar que para *T. angustula* los parámetros más acentuados son: Act Diastasa, Conductividad eléctrica

Color, Fenoles totales, Act antioxidante, Sodio, Potasio, Calcio, Hierro, Magnesio y Rotación Específica; pero también sobresalen °Brix, HMF, Cenizas, pH, Acidez libre y Acidez total, mientras que para *M. eburnea* es Humedad, Zinc y para *Melipona spp* el Cobre.



Ta: muestra de miel de abejas *T. angustula*, M spp: muestra de miel de abejas *Melipona spp* y M e: muestra de miel de abejas *M. eburnea*



H: humedad (%), °B: °Brix, pH: pH, A L: Acidez libre (meq·kg) Base húmeda, A T: Acidez total (meq/kg) Base húmeda, Ac D: Act Diastasa (ND), Cnd: Conductividad eléctrica (uS/cm), Cl: Color (mm Pfund), F T1: Fenoles totales (mg Ac. Cafeico /g Miel), F T2: Fenoles totales (mg Ac. Galico /g Miel), Ac ant1: Act antiox ABTS (mmol trolox/Kg Miel), Ac ant2: Act antiox FRAP (mmol trolox/Kg Miel), Ce1: Cenizas (% base húmeda), Ce2: Cenizas (% base seca), S: Sodio (ppm), P: Potasio (ppm), Ca: Calcio (ppm), Fe: Hierro (ppm), Mg: Magnesio (ppm), Cu: Cobre (ppm), Zn: Zinc (ppm), HMF: Hidroximetilfurfural (mg/kg), R E: Rotación Específica.

Figura 4-3: Clasificación de muestras de miel de abejas sin aguijón *T. angustula*, *M. eburnea* y *Melipona spp* y parámetros fisicoquímicos que las caracterizan.

Los resultados de las características físico químicas halladas en los tres tipos de miel analizadas, se asimilan en algunos parámetros encontrados por investigadores extranjeros y se evidencian en los reportados en la literatura (Vit y col., 2004; Vit y col., 2009; Souza y col., 2006; Almeida-Muradian, 2013). Parámetros como humedad que para *T. angustula* en Paraguay es de 23.68 ± 0.78 y para Argentina de 23.89 ± 1.74 . También se define que el valor de algunos parámetros fisicoquímicos varía de acuerdo a la especie de abejas y a la región o zona geográfica donde se encuentran ubicadas.

En la tabla 4-22 se observa el análisis microbiológico de miel de las tres especies de abejas, cinco días después de la cosecha, empleando el método de partición de potes por escurrido, allí se observa que para los microorganismos *Mesófilos*, *Mohos* y *Levaduras* las tres muestras de miel de cada especie, no cumple con los parámetros requeridos por la norma NTC 1273 establecida para *Apis mellifera*; para *Coliformes totales* la miel de *T. angustula* tampoco cumple debido a que sobrepasa el parámetro máximo establecido por la NTC 1273 y para *Anaerobios sulfito reductores* también sobrepasa el valor máximo permitido por la resolución 1057 de 2010 del Ministerio de protección social.

Tabla 4-22: Análisis microbiológico de miel de tres especies de abejas nativas empleando el método de extracción por partición de potes por escurrido

Microorganismo	Especie			Requisitos miel de <i>Apis mellifera</i> (NTC 1273)	Res. 1057 de 2010 (Ministerio Protecc. Social)
	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>Melipona spp.</i>		
Mesófilos log(UFC/g)	2,93±0,06	3,18±0,52	3,17± 0,26	2,48 log(UFC/g) máx.	
Mohos log(UFC/g)	3,3 ±0,08	1,59±0,22	2,31±0,43	2,00 log(UFC/g) máx.	2,00 log(UFC/g) máx.
Levaduras log(UFC/g)	3,97±0,05	3,17±0,46	3,19±0,93	2,00 log(UFC/g) máx.	2,00 log(UFC/g) máx.
Bacterias Acido lácticas log(UFC/g)	< 1,00	2,13 ± 0,14	2,56±0,48		
Coliformes totales log(UFC/g)	2,41±0,25	< 1,00	< 1,00	1,00 log(UFC/g) máx.	
Coliformes fecales log(UFC/g)	< 1,00	< 1,00	< 1,00		
<i>Escherichia coli</i>	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00 log(UFC/g)	
<i>Staphylococcus catalasa</i> + log(UFC/g)	< 1,60	< 1,00	1,67±0,06		
Anaerobios sulfito reductores log(UFC/g)	2.08	< 1,00	< 1,00		2,00 log(UFC/g) máx.
<i>Clostridium perfringens</i>	Ausente	Ausente	Ausente		
<i>Salmonella</i> /25g	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	

Aunque la norma no presenta valores para *Coliformes fecales*, *Staphylococcus catalasa*+ y *Anaerobios sulfito reductores*, es necesario realizar estos análisis debido a que se encontró presencia de los mismos en las muestras, indicando que para miel de abejas sin aguijón es necesario establecer parámetros específicos de buenas prácticas de

manejo y tratamientos pre y pos cosecha, que eliminen o bajen al mínimo la carga bacteriana.

La presencia de mesófilos, hongos y levaduras en la miel de las tres especies sobrepasa el valor permitido por la NTC 1273, el cual es un indicador de calidad del producto, evidenciando la necesidad de procedimientos que bajen la carga microbiana de estas.

La miel de abejas *T. angustula*, *M. eburnea* y *Melipona spp*, muestran diferencias significativas en las características fisicoquímicas de cada una, la carga microbiana evidencia niveles altos de varios microorganismos que no les permitiría cumplir con la normatividad establecida para mieles de *Apis*, sin embargo se establece que la miel de la especie *T. angustula* aunque tiene niveles mas altos de cargas microbianas, es la miel que tiene mas características fisicoquímicas que la diferencian.

4.2 Diferencias que presenta la miel almacenada en alveolos con diferente estructura física en colmenas de *T. angustula*.

4.2.1 Nidos de la especie de abeja sin aguijón *T. angustula*.

Las visitas realizadas permitieron identificar los nidos de las abejas sin aguijón *T. angustula* en diferentes tipos de colmenas o tipos de nidificación, permitiendo observar aspectos comunes, a continuación se describen los tipos de nidos:

4.2.1.1 Tipos de nidos utilizados para la especie de abeja *T. angustula*

Los nidos son una parte muy importante en el ciclo de vida de las abejas. Es allí donde transforman y almacenan el alimento que será suministrado a las crías y a la reina, también sirven como protección mecánica contra enemigos naturales y permiten el desarrollo y emergencia normal de los adultos. La composición de los nidos es similar en la mayoría de abejas sociales sin aguijón; estos están compuestos por una entrada (útil para el reconocimiento del nido y orientación de las abejas forrajeadoras), una cavidad principal y una cámara de cría conformada por discos de múltiples celdas, en las cuales las crías crecen protegidas y aisladas. Los sustratos utilizados para la construcción del

nido, su arquitectura, la ubicación y estructura de las celdas de cría y del nido, difieren a nivel inter e intraespecífico, y juegan un importante papel en la defensa de estas.

Nido Natural: La especie de abeja *T. angustula*, nidifica en cualquier cavidad disponible, puede encontrarse en barrancos con huecos profundos en tierra, cortezas de árboles vivos, tumbas en cementerios, trocos de árboles caídos, techos de casa en tapia, nidos abandonados por otros organismos y otros establecidos por las abejas sin ninguna intervención del hombre. La entrada es un tubo hecho de cera amarillenta porosa mediante la cual ingresan y salen las abejas pecoreadoras y guardianas, esta entrada lleva a las abejas a una cavidad en donde se encuentran los discos con celdas de cría, cilíndricas, estructuras dispuestas horizontalmente y separados mediante columnas verticales de cerumen las cuales permiten la ventilación de la colmena y la circulación de las abejas dentro del nido. La zona de cría se encuentra protegida por el involucro que es elaborado por láminas de cerumen dispuestas alrededor de los discos de cría, protegiéndolos de posibles invasores. En la parte externa del involucro se encuentran pote de alimento (miel y pan de abejas), distribuidos en el área del nido, la figura 4-4, da a conocer un esquema de un nido natural subterráneo.

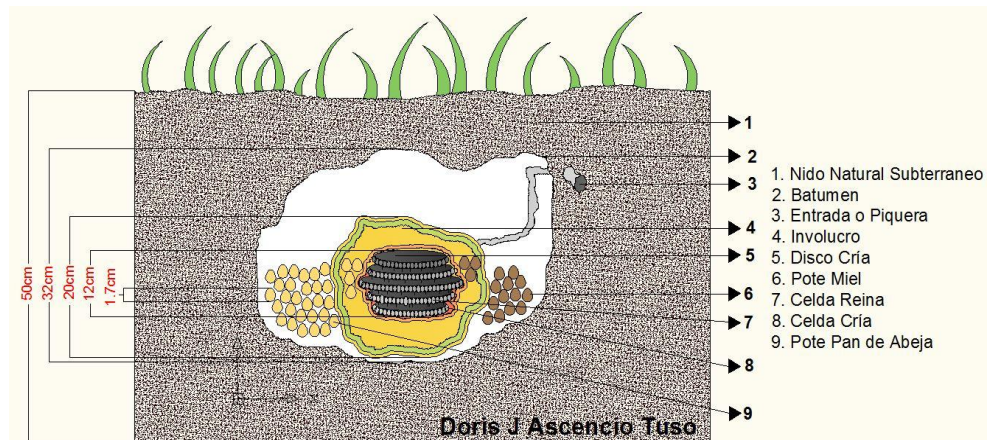


Figura 4-4: Esquema descriptivo de ubicación de nido de la especie de abeja sin aguijón *T. angustula*, en su hábitat natural.

Colmena rustica: Nido establecido por las abejas, con intervención del hombre, este se puede encontrar en calabazos, cajas de bocadillos, vasijas de barro, cajones de madera en forma de baúl, botellas plásticas, etc. En estos el hombre induce a las abejas a establecerse en estos sitios, pasándoles la cría, sin ningún objetivo específico de

producción, solo como adorno o para evitar la muerte del nido. El esquema en la figura 4-5 da un ejemplo de colmena rustica de la especie *T. angustula*.

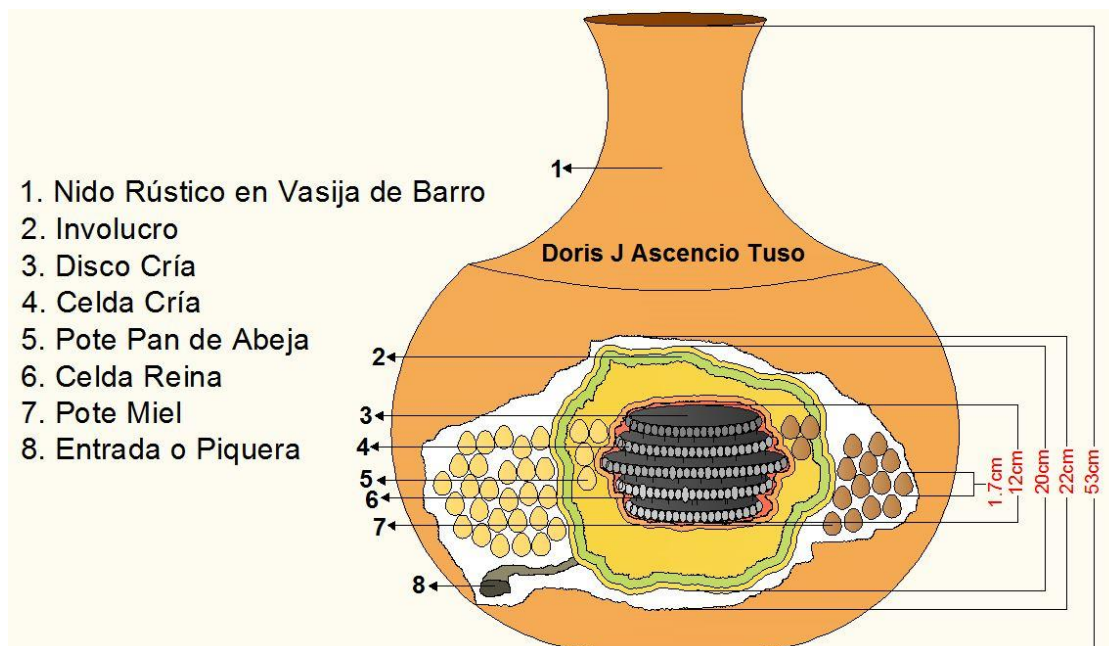


Figura 4-5: Esquema descriptivo de ubicación de nido de la especie de abeja sin aguijón *T. angustula*, en una colmena rustica.

Colmena semi-tecnificada: Nido inducido a establecerse en cierto tipo de colmena con propósito específico. Es creado por el hombre, el cual coloca los discos de cría protegidos por el involucro en un cajón de madera sin medidas específicas, introduciéndole algunos potes de alimento, permitiendo que el nido se desarrolle a voluntad, consintiendo que el involucro crezca y se formen potes de miel y polen aglomerados unos sobre otros muy cerca de la zona de cría. En su mayoría el propósito es producción de miel, para uso personal. El esquema de un ejemplo de colmena semi-tecnificada de la especie *T. angustula* se puede observar en la figura 4-6.

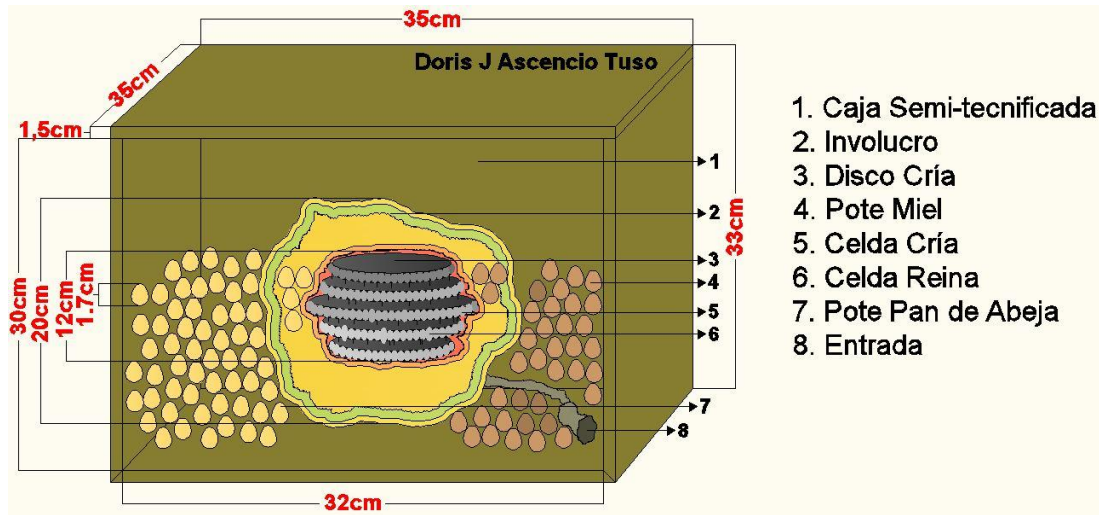


Figura 4-6: Esquema descriptivo de ubicación de nido de la especie de abeja sin aguijón *T. angustula*, en una colmena semi-tecnificada.

Colmena Tecnificada: Comúnmente llamada tecnificada al nido inducido a establecerse en cierto tipo de colmena con propósito específico de producción de miel, con medidas estandarizadas y algunas divisiones para permitir el desarrollo de la cría de la especie y obtener la mayoría de los potes de alimento separados de la cámara de cría, para facilitar la extracción de esta. La figura 4-7 muestra un esquema de una colmena que comúnmente es llamada tecnificada.

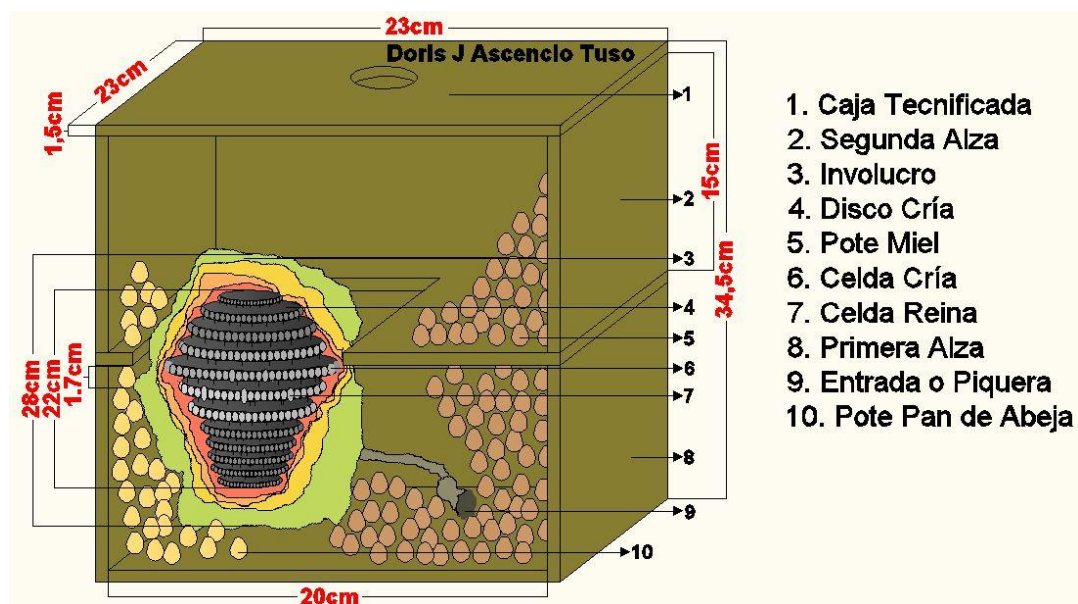


Figura 4-7: Esquema descriptivo de ubicación de nido de la especie de abeja sin aguijón *T. angustula* en una colmena comúnmente llamada tecnificada.

4.2.1.2 Descripción de las partes del nido de la especie *T. angustula*

Existen individuos que intervienen en los nidos, tales como: La reina: esta es quien se dedica a la postura los huevos de las próximas generaciones; las operarias: las cuales tienen que realizar las labores de limpieza, alimentación, construcción, defensa y pecoreo (recolección de néctar, agua, resinas vegetales, semillas, arcillas y polen) y por último los zánganos: individuos dedicados a fecundar a las nuevas reinas. El ciclo de desarrollo de esta especie es de 36 días, donde según (Nates, 2006), el huevo dura 6 días, la larva y pupa tiene una duración de 10 y 20 días respectivamente.

Las partes identificadas de los nidos de la especie *T. angustula*, se pueden observar en la figura 4-8.

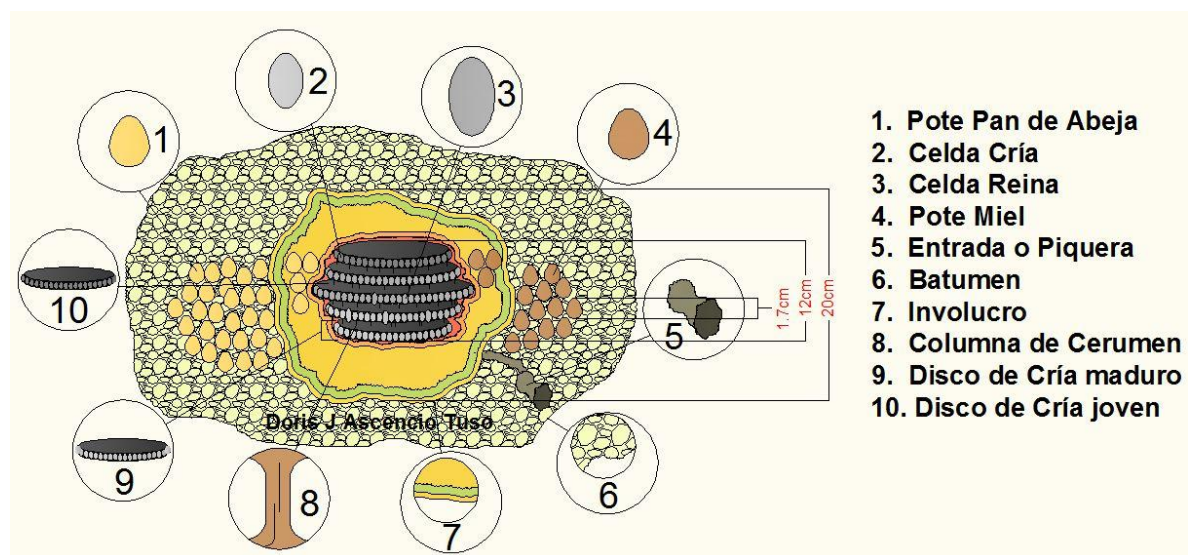


Figura 4-8: Descripción de las partes de un nido de la especie de abeja *T. angustula*.

Cerumen: Cera producida por las abejas jóvenes, mezclada con resinas vegetales que recolectan las abejas pecoreadoras. Elaborándolo flexible, se usa para la construcción de discos de cría, potes de alimento e involucro.

Batumen: Material rígido y áspero elaborado por las abejas operarias, con barro, resinas vegetales y semillas. Es utilizado para delimitar los nidos en su hábitat natural o artificial, ya sean troncos huecos, guadua o cavidades en barrancos, lo usan también para sellar aberturas, está identificado con el número 6 en la figura 4-8.

Involucro: está formado por delgadas láminas de cerumen, que las abejas operarias elaboran y disponen en varias capas en torno al área de cría, con el fin de conservar la temperatura adecuada para huevos, larvas y pupas que están prontas a nacer en la colmena. Estas láminas tienen pequeñas separaciones, que se convierten en las vías de acceso de las abejas operarias y la Reina al área de cría. Identificado con el número 7 en la figura 4-8.

Discos de cría: Son los panales contruidos de cerumen compuestos por varios alveolos dispuestos de modo horizontal, a manera de pisos de un edificio. Los alveolos son elipsoidales y dispuestos unos al lado de otro en forma ordenada, separados soportados por columnas hechas de cerumen que están identificadas con el número 8 en la figura 4-8. Los alveolos son utilizados para la ubicación de los huevos, larvas y pupas, de donde emergen las abejas jóvenes; inicialmente las operarias colocan el alimento suficiente para el desarrollo de las larvas luego la reina deposita el huevo en cada alveolo con alimento y posteriormente otras operarias se encargan de sellarlos hasta que las abejas emerjan o nazcan, los discos de cría están identificados con el número 9 en la figura 4-8, los que están compuestos por alveolos con una tonalidad más clara indicando que son alveolos donde las abejas están próximas a emerger y el número 10 en la figura 4-8, indica un disco de cría compuesto por alveolos con tonalidad más oscura indicando que recientemente han sido sellados demorándose más tiempo en emerger las abejas. En la figura 4-8 se pueden observar con el número 2 el alveolo sellado donde son colocados huevos para que nazcan abejas operarias y zánganos; identificado con el número 3, se observa el alveolo sellado donde son colocados los huevos de las princesas o futuras reinas.

Potes de alimento: El almacenamiento de alimento se encuentra en la periferia del nido, fuera del área de cría. Está formado por potes de cerumen, que tienen forma ovalada, similar al huevo de un ave pequeña, en ellos las abejas almacenan por separado miel (fuente de energía) y polen (fuente de proteína). Están identificados con los números 1 y 4 respectivamente en la figura 4-8

Basurero: Es un área pequeña, generalmente en la parte inferior de la colmena, en el piso, donde las abejas expulsan sus desechos. Está ubicado fuera de las zonas de cría y de almacenamiento de alimento.

Piquera: es un tubo de cera clara, porosa, generalmente impregnado de resina para defenderse de invasores ocasionales, es por allí por donde ingresan y salen las abejas de la colmena. También les sirve como defensa para los depredadores, pues impiden el ingreso a la colmena colocando varias guardianas cuando hay peligro. Las medidas de la piquera oscilan de 0.7 – 0.9cm de diámetro y una profundidad de 1- 3.5cm, se puede detallar esta sección en la figura 4-8, identificado con el número 5.

Propóleos: Resinas vegetales, colectadas por las abejas operarias y llevadas a la colmena en las patas posteriores, donde poseen una modificación denominada corbícula (cestilla) que les permite transportar en forma de pequeños granos donde también transporta el polen a la colmena. El propóleo producto procesado por las abejas, lo utilizan como agente antimicrobiano y desinfectante dentro de la colmena. Adicional a esto también lo mezclan con la cera que producen las abejas para producir el cerumen.

4.2.2 Descripción de las estructuras de almacenamiento de miel de la especie de abejas sin aguijón *T. angustula*.

Con las observaciones realizadas en las colmenas de *T. angustula* en los diferentes meliponarios, se identificaron cuatro tipos de pots de almacenamiento de miel; Pote abierto (PA), pote cerrado con burbuja (PCCB), pote cerrado sin burbuja (PCSB) y pote abierto para alimentación (PAA). Los pots de alimento de la especie *T. angustula*, tienen forma elipsoidal con dimensiones promedio de: diámetro mayor 1.2cm, diámetro menor 1.0cm y una altura de 1.6cm, con una capacidad en volumen de 1 a 1.7ml. Los diferentes tipos de pots identificados en las colmenas con su descripción son:

Pote abierto (PA): se encuentra con una cavidad en la parte superior y no se encuentran residuos de cerumen en el borde, generalmente posee un volumen de miel del 30 al 40% del total de la capacidad, la tonalidad del cerumen en el que está elaborado es un ocre dorado tostado. En la figura 4-9, se puede observar el esquema de este tipo de pote.

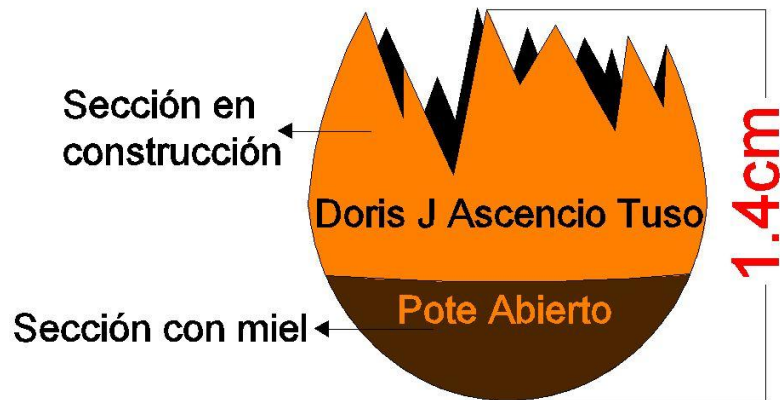


Figura 4-9: Descripción del pote abierto (PA) en colmenas de la especie de abejas sin aguijón *T. angustula*.

Pote cerrado con burbuja: (PCCB) Se encuentra cerrado con el 100% de volumen de miel de la capacidad, el cerumen del que está elaborado este tipo de pote, posee una tonalidad ocre dorado tostado, con una tonalidad más clara en la parte superior, indicando burbuja de aire. El esquema de este tipo de pote se puede observar en la figura 4-10.



Figura 4-10: Descripción del pote cerrado con burbuja (PCCB) en colmenas de la especie de abejas sin aguijón *T. angustula*.

Pote cerrado sin burbuja: (PCSB) Se encuentra cerrado con el 100% de volumen de miel de la capacidad, el cerumen del que está elaborado este tipo de pote, posee una tonalidad ocre dorado tostado oscuro, con una tonalidad homogénea, indicando que no se encuentran residuos de aire en el interior. El esquema de este tipo de pote se puede observar en la figura 4-11.



Figura 4-11: Descripción del pote cerrado sin burbuja (PCSB) en colmenas de la especie de abejas sin aguijón *T. angustula*.

Pote reabierto para alimentación: (PAA) se encuentra con una cavidad en la parte superior con residuos de cerumen en el borde, el cerumen con el que está elaborado este tipo de pote posee una tonalidad de ocre dorado tostado y generalmente se encuentran con entre el 40 al 60% de la capacidad de volumen de miel. El esquema de este tipo de pote se puede observar en la figura 4-12.

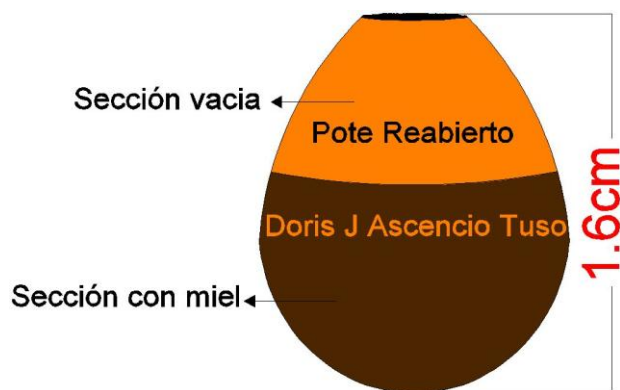


Figura 4-12: Descripción del pote reabierto para alimentación (PAA) en colmenas de la especie de abejas sin aguijón *T. angustula*.

Se identificó la estructura y desarrollo de los nidos de *T. angustula*, en diferentes tipos de colmenas, mostrando una tendencia uniforme en el desarrollo del nido y colocación de potes de alimento, de allí se determinó que cada pote podía contener en promedio 1.2ml en volumen de miel, la medida del diámetro promedio del involucro que contenía la cría es de 15 a 17 cm, dependiendo del tipo de colmena donde se encontraban las abejas así mismo era el crecimiento en población y producción de potes de miel y polen.

4.2.3 Variaciones presentadas en la miel almacenada en los tipos de estructuras identificadas, en colmenas de abejas *T. angustula*.

Se realizó una identificación visual de los tipos de potes. Los datos adquiridos en campo de Humedad, °Brix y pH para la miel, se clasificaron de acuerdo con la ubicación de los meliponarios, allí se evaluaron las variaciones presentadas en estos, y se hallaron las diferencias en los tipos de potes encontrados en cada colmena, respecto a cada uno de los parámetros valorados. La tabla 4-23, presenta los resultados de las 5 colmenas a las que se les tomó los datos en los distintos meliponarios y promedio de parámetros medidos en los tipos de potes especificados.

Tabla 4-23: Promedio de parámetros evaluados en miel de *T. angustula* almacenada en los potes identificados en 5 colmenas de tres meliponarios con diferente ubicación geográfica.

Parámetro	Tipo de pote	Número de colmena				
		1	2	3	4	5
		Media±DS	Media±DS	Media±DS	Media±DS	Media±DS
pH	PA	4.53±0.38 ^{bc}	4.27±0.15 ^c	4.27±0.06 ^c	4.5±0.00 ^{bc}	4.33±0.29 ^c
	PCCB	4.8±0.00 ^{abc}	4.53±0.06 ^{bc}	4.67±0.15 ^{abc}	5±0.50 ^{abc}	4.83±0.29 ^{abc}
	PCSB	5.1±0.17 ^{ab}	4.87±0.15 ^{abc}	5.13±0.21 ^{ab}	5.17±0.29 ^{ab}	5.17±0.29 ^{ab}
	PAA	5.23±0.25 ^{ab}	5.17±0.15 ^{ab}	5.2±0.00 ^{ab}	5.33±0.29 ^a	5.33±0.29 ^a
Humedad	PA	24.5±0.44 ^{bcd}	23.73±0.40 ^{de}	25.73±0.70 ^{ab}	26.67±0.58 ^a	26.33±0.29 ^a
	PCCB	23.87±0.31 ^{de}	23.27±0.23 ^{def}	25.6±0.35 ^{abc}	24.33±0.29 ^{cde}	24.33±0.76 ^{cde}
	PCSB	23.48±0.33 ^{def}	21.6±0.53 ^g	23.13±0.23 ^{ef}	24.33±0.29 ^{cde}	23.23±0.23 ^{def}
	PAA	23.17±0.29 ^{def}	21.33±0.58 ^g	22.17±0.76 ^{fg}	23.23±0.23 ^{def}	22.2±0.17 ^{fg}
°Brix	PA	73.7±0.35 ^{fg}	74.83±0.29 ^{cde}	72.17±0.29 ^{ij}	71.33±0.58 ^j	71.33±0.29 ^j
	PCCB	74.7±0.26 ^{cdef}	75.63±0.12 ^{abc}	72.5±0.10 ^{hi}	74.5±0.00 ^{defg}	73.67±0.58 ^{fg}
	PCSB	75±0.50 ^{cde}	76.63±0.12 ^a	73.43±0.60 ^{gh}	74.17±0.29 ^{efg}	75±0.00 ^{cde}
	PAA	75.17±0.29 ^{bcd}	76.17±0.29 ^{ab}	74.57±0.40 ^{cdef}	75.17±0.29 ^{bcd}	75.5±0.50 ^{bcd}

1, 2: colmenas ubicadas en el municipio del Socoro Santander meliponario la primavera. 3: colmena ubicada en el municipio del Socoro Santander meliponario la vega. 4, 5: colmenas ubicadas en Medellín Antioquia meliponario el jardín botánico. Pote abierto (PA), pote cerrado con burbuja (PCCB), pote cerrado sin burbuja (PCSB) y pote abierto para alimentación (PAA)

Letras distintas en la misma fila o columna por parámetro en la tabla 4-23, indican diferencias significativas en la composición fisicoquímica.

La variación del porcentaje de humedad en los datos tomados en la colmena 1 del meliponario La Primavera del municipio del Socorro, Santander, a los tipos de potes identificados, muestra que hay diferencias significativas en este parámetro dependiendo del estado del pote. Indicando una pérdida de humedad en los potes cerrado sin burbuja y abierto para alimentación.

Los resultados obtenidos para °Brix, en la colmena 1 del meliponario la primavera del municipio del Socorro, Santander, permite afirmar que se presenta una concentración de azúcares a medida que el pote pasa de un estado al otro, mostrando la mayor concentración en los potes cerrado sin burbuja y abierto para alimentación.

La variabilidad del pH en los diferentes tipos de potes de la colmena 1 del meliponario la primavera del municipio del Socorro, Santander, muestra que en los potes abiertos y cerrados con burbuja el pH es más bajo, mientras que a medida que hay concentración de azúcares y una humedad más baja, como sucede en los potes cerrados sin burbuja y abiertos para alimentación el parámetro aumenta.

Los datos reportados en la tabla 4-23, permiten observar que hay una tendencia específica de cada parámetro medido con respecto a los tipos de potes identificados, en una colmena específica, concretando que al tener en cuenta las 5 colmenas utilizadas y ubicadas en diferentes zonas geográficas, conserva la misma tendencia para Humedad, °Brix y pH.

En el anexo c, se observa la tabla de análisis de varianza del diseño factorial con dos factores (número de colmena y estado de pote), donde se muestra que no hay diferencias significativas del tipo del pote con respecto a la ubicación de las colmenas. La ubicación geográfica de las colmenas tiene una incidencia muy baja en los parámetros evaluados en los tipos de potes. Y el test de comparación múltiple de Tukey realizado sintetiza que los cuatro tipos de potes tienen diferentes °Brix, humedad y pH, con esto se podría decir que estos parámetros se mantienen sin importar la zona geográfica de las muestras.

La tabla 4-24 muestra los valores promedios obtenidos del test de comparación múltiple de Tukey para la miel almacenada en los tipos de potes identificados en las 5 colmenas de abejas *T. angustula*. Para poder realizar mejor el análisis de la misma, es necesario comprender que las letras distintas en la misma columna de la tabla, indican diferencias significativas en la composición fisicoquímica. Para °Brix y humedad, los cuatro tipos de potes son diferentes, mientras que para el pH, pote abierto (PA) y pote cerrado con burbuja (PCCB) arrojaron resultados similares en el pH, mientras que la diferencia es notoria en potes cerrados sin burbuja (PCSB) y abiertos para alimentación (PAA).

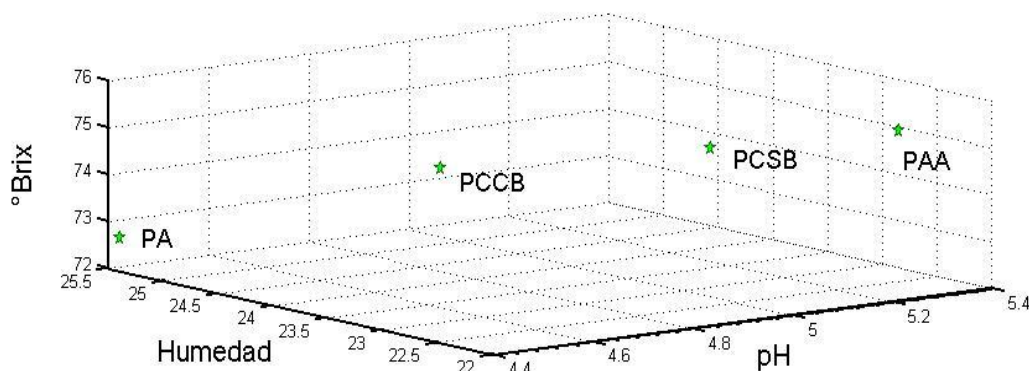
Tabla 4-24: Diferencias en los valores promedios obtenidos en el test de comparación múltiple de Tukey, para la miel almacenada en los tipos de potes identificados en las 5 colmenas de abejas *T. angustula*.

Tipo de pote	°Brix	Humedad	pH
PA	72.67 ^d	25.39 ^a	4.38 ^a
PCCB	74.2 ^c	24.28 ^b	4.77 ^a
PCSB	74.85 ^b	23.16 ^c	5.09 ^b
PAA	75.31 ^a	22.42 ^d	5.25 ^c

Pote abierto (PA), pote cerrado con burbuja (PCCB), pote cerrado sin burbuja (PCSB) y pote abierto para alimentación (PAA)

Existe la necesidad de establecer una estandarización en porcentaje de potes admitidos de cada tipo en el momento de la extracción de la miel, permitiendo así tener menos humedad al momento de la cosecha y mayor concentración de azúcares. Esto se puede observar con mayor confianza en la figura 4-13 la cual presenta las diferencias en los cuatro tipos de potes identificados en las 5 colmenas ubicadas en diferente zona geográfica, para los parámetros de °Brix, humedad y pH.

*Miel de *T. angustula* almacenada en cuatro tipos de potes*



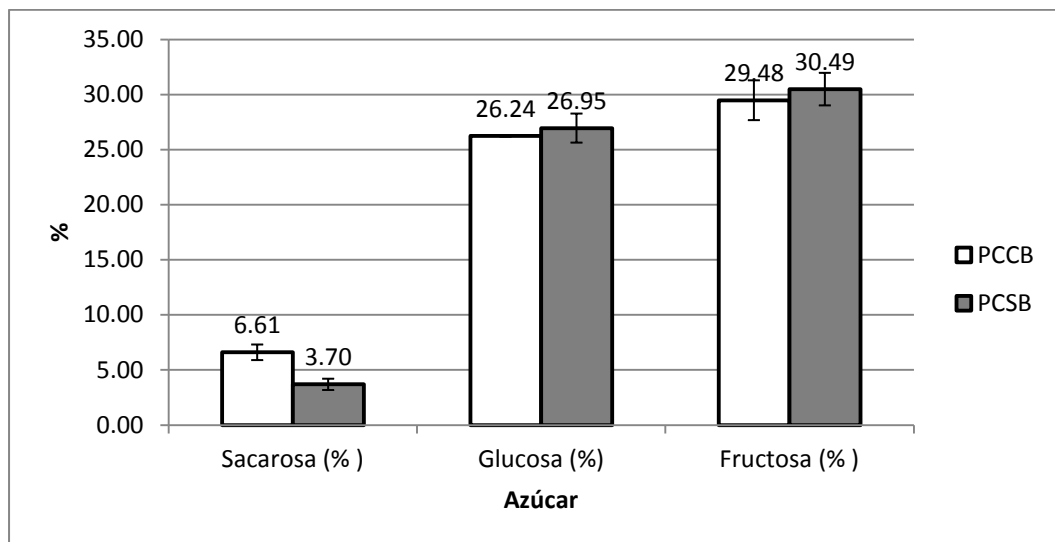
Pote abierto (PA), pote cerrado con burbuja (PCCB), pote cerrado sin burbuja (PCSB) y pote abierto para alimentación (PAA)

Figura 4-13: Comparación de muestras de miel de abejas *T. angustula*, tomadas de diferente tipos de potes.

Teniendo en cuenta que el pote está elaborado de cerumen, material que puede ser semipermeable y permite salir la humedad hasta alcanzar la requerida por las abejas, la observación realizada a los potes con miel sin burbuja, que llevan bastante tiempo en la colmena son más gruesos y menos frágiles que los potes recién operculados (cerrados o tapados), mostrando que las abejas pueden estar sellando la permeabilidad de los potes, cuando alcanzan la humedad, concentración de azúcares y características específicas que ellas necesitan de la miel.

De acuerdo con la literatura consultada, los parámetros básicos para el manejo de miel de abejas nativas, no tienen en cuenta la diferenciación de potes. La mayoría de autores coincide en afirmar que la fermentación es un proceso normal de esta miel después de cosechada. (Sousa y col., 2006; Pérez y col., 2007). Es posible que esta fermentación sea causada por la ausencia de una estandarización del estado en que debe estar el pote en el momento de la cosecha o del porcentaje de tipos de potes que deben ser admitidos para realizar la extracción de miel.

Se identificó para pote cerrado con burbuja (PCCB) y pote cerrado sin burbuja PCSB) la variación que se presenta en la concentración de azúcares, la cual se puede observar en la figura 4-14.



Pote cerrado con burbuja (PCCB), pote cerrado sin burbuja (PCSB)

Figura 4-14: Contenido de azúcares en miel almacenada en dos tipos de potes de colmenas de *T. angustula*.

Se establece que para la miel de *T. angustula* almacenada en potes cerrados con burbuja (PCCB) la concentración de sacarosa es de 6.61 ± 0.7 , siendo similar a la obtenida para miel de *A. mellifera* por (Zuluaga y col., 2013), la cual fue de 6.8 ± 2.1 , en potes cerrados sin burbuja (PCSB) el valor de sacarosa fue de $3.7 \pm 0.5\%$ y al compararla con los requisitos para miel de *A. mellifera* en la (NTC 1273), en donde se muestra un valor máximo de 5.0% se puede decir que la miel de *T. angustula* almacenada en PCSB, cumpliría lo establecido en la normatividad. Ver tabla 1-16.

Con respecto a la concentración de glucosa y fructuosa, se obtuvieron porcentajes de 26.2 ± 0.06 y 29.48 ± 1.8 respectivamente para la miel almacenada en PCCB, valores que se encuentran por debajo de los reportados para miel de *A. mellifera*, en cuanto a los valores encontrados para la miel almacenada en PCSB, se reportaron valores de 26.95 ± 1.3 y $30.49 \pm 1.5\%$ respectivamente, evidenciándose un incremento sin rebasar los valores encontrados para miel de *A. mellifera*. Ver tabla 1-16.

4.2.4 Evaluación de métodos de extracción de miel almacenada en diferentes tipos de potes en colmenas de abejas sin aguijón *T. angustula*.

Con las muestras colectadas en los meliponarios del Socorro, Santander utilizando tres métodos de extracción, se realizó un análisis microbiológico, para evaluar que método

podía ser el que menos contamina la miel de las abejas *T. angustula* y a su vez compararla con los requisitos establecidos para miel de *Apis mellifera* en (NTC 1273) y la Resolución 1057 de 2010 del Ministerio de Protección Social, en la tabla 4-25, se observan los resultados obtenidos para dichos métodos, los valores que están resaltados en rojo son los que no cumplirían con los requisitos establecidos para mieles de *Apis mellifera*, lo que indica que se deben establecer parámetros específicos para mieles de abejas sin aguijón.

Se evidencia la presencia de *Clostridium perfringens*, en todas las muestras analizadas con una mayor presencia en las mieles que fueron cosechadas por los métodos de partición de potes por escurrido y con pipeta Pasteur, indicando que las mieles deben recibir tratamientos de conservación para que esta sea un alimento seguro para el consumidor.

Los datos obtenidos y evidenciados en la tabla 4-25 por cargas variadas de microorganismos en los distintos métodos de extracción de la miel, algunos aportados por el ambiente y otros por el mal manejo realizado en la cosecha y postcosecha

Tabla 4-25: Análisis microbiológico de miel de abejas sin aguijón *T. angustula* utilizando tres tipos de extracción, once días después de la cosecha, en Santander

Microorganismo	TIPOS DE POTES DE MIEL							Requisitos miel de <i>Apis mellifera</i> (NTC 1273)	Res. 1057 de 2010 (Ministerio Protecc. Social)
	PA	PCSB	PCSB	PH	PH	PH	PH		
	MÉTODO DE COSECHA								
	P Pas	P Pas	P Pas	Pa pote E	Pa pote E	Pa pote E	Pun y es		
Mesófilos log(UFC/g)	1.85	2.15	4.60	3.48	3.41	2.23	2.28	2,48 log(UFC/g) max.	
Mohos log(UFC/g)	< 1	2.08	2.74	1.48	2.18	1	2.18	2,00 log(UFC/g) max.	2,00 log(UFC/g) max.
Levaduras log(UFC/g)	> 5.30	5.26	< 1	< 1	3.76	1.30	5.90	2,00 log(UFC/g) max.	2,00 log(UFC/g) max.
Bacterias Acido lácticas log(UFC/g)	4.16	3.21	4.10	3.52	3.65	/	3.40		
Coliformes totales log(UFC/g)	0.60	< 0.48	1.97	< 0.48	2.38	< 0.48	1.36	1,00 log(UFC/g) max.	
Coliformes fecales log(UFC/g)	< 0.48	< 0.48	0.95	< 0.48	1.36	< 0.48	< 0.48		
<i>Escherichia coli</i>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1,00 log(UFC/g)	
<i>Staphylococcus catalasa</i> + log(UFC/g)	/	/	/	/	/	/	/		
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2		
Anaerobios sulfito reductores log(UFC/g)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		2,00 log(UFC/g) max.
<i>Clostridium perfringens</i>	1	< 1	1.48	1.48	2	0.48	1		
<i>Salmonella</i> /25g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Ausente	

*Pote abierto (PA), pote cerrado sin burbuja (PCSB) y una mezcla de Pote abierto, pote cerrado con burbuja, pote cerrado sin burbuja y pote abierto para alimentación se le denomina potes heterogéneos (PH). Método de cosecha por succión con pipeta Pasteur plástica de 3ml (P Pas), Método de cosecha por punzado y escurrido (Pun y es) y Método de cosecha por partición de potes por escurrido (Pa Pote E).

* Los valores resaltados en rojo, son los que comparados con los requisitos establecidos por la norma NTC 1273 y la Resolución 1057 de 2010 no cumplen.

Los datos obtenidos de las muestras colectadas en Medellín Antioquia evidenciados en la tabla 4-26, en la cual se comparan los resultados microbiológicos con respecto a la NTC 1273 y la Resolución 1057 de 2010 del Ministerio de Protección Social; se evidencia que algunos parámetros, no cumplen con las condiciones aplicadas en la misma. Para mesófilos, el conteo estuvo por encima de lo estipulado en la norma; de la muestra extraída de potes heterogéneos se obtuvo un conteo de 2.84 (UFC/g), 0.34 unidades más de lo descrito en la norma, para PCCB el resultado fue de 0.32 unidades por encima de la norma, para PCSB tan solo fue de 0.24 unidades más, tan solo para PA el resultado estuvo por debajo en 0.18 unidades de lo estipulado en la norma; en mohos se obtuvieron resultados de 3.41, 3.60, 4.15 y 3.34 log(UFC/g) para potes heterogéneos, PCCB, PCSB y PA respectivamente, los cuales sobrepasan la norma en 1.41, 1.6, 2.15, y 1.34 unidades con respecto a la norma; de acuerdo a levaduras los resultados fueron de 3.95 log(UFC/g) para potes heterogéneos, de 4.62 log(UFC/g) para PCCB, 4.51 log(UFC/g) para PCSB, y 3.99 log(UFC/g) para PA, superando la norma en 1.95, 2.62, 2.51 y 1.99 unidades respectivamente; de acuerdo con los coliformes totales, se obtuvieron resultados de 1.60, 2.87, 1.92 y 1.6 log(UFC/g), para potes heterogéneos, PCCB, PCSB y PA respectivamente, estos resultados sobrepasan la norma en 0.60, 1.87, 0.92 y 0.60 unidades para cada una de las muestras anteriores y finalizando con *Escherichia coli*, tan solo en la muestra de potes heterogéneos se detectó presencia de este microorganismo.

Tabla 4-26: Análisis microbiológico de miel de abejas *T. angustula*.

Microorganismos encontrados en los tipos de potes	Método de extracción				Requisitos miel <i>Apis mellifera</i> (NTC 1273)	Res. 1057 de 2010 (Ministerio Protecc. Social)
	Partición potes por escurrido	Con pipeta Pasteur 3mL				
	Tipos de potes					
	Heterogéneo	PCCB	PCSB	PA		
Mesófilos log(UFC/g)	2.84	2.80	2.72	2.30	2,48 log (UFC/g) máx.	
Mohos log(UFC/g)	3.41	3.60	4.15	3.34	2,00 log(UFC/g) máx.	2,00 log(UFC/g) máx.
Levaduras log(UFC/g)	3.95	4.62	4.51	3.99	2,00 log(UFC/g) máx.	2,00 log(UFC/g) máx.
Bacterias Acidolácticas log(UFC/g)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00		
Coliformes totales log(UFC/g)	< 1,60	2.87	1.92	< 1,60	1,00 log(UFC/g) máx.	
<i>Escherichia coli</i>	Presente	Ausent	Ausent	Ausent	<1,00 log(UFC/g)	
<i>Staphylococcus aureus</i>	<2,00	<2,00	< 2,00	< 2,00		
Anaerobios sulfito reductores log(UFC/g)	<1,60	2.08	< 1,60	< 1,00		2,00 log(UFC/g) max.

Nota: miel de *T. angustula*, colectada en el Jardín Botánico de Medellín seis días después de la cosecha, se reporta la media (n=4 réplicas para alveolos heterogéneos; n=1 para pote cerrado con burbuja y pote abierto; n=2 pote cerrado sin burbuja).

Con el análisis microbiológico realizado no se detectó crecimiento de Coliformes fecales, *Staphylococcus catalasa+*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* y *Salmonella*.

Realizando la comparación de resultados obtenidos en el análisis microbiológico de las mieles de *T. angustula* con la norma establecida para miel de *Apis mellifera*, se observa que por ser mieles muy diferentes no cumplen con la mayoría de los parámetros exigidos por las normas para esta miel específica.

Según (Hernández y col., 2009), quien reporta un conteo de mesófilos de 5.30 log(UFC/g), mohos de 6.30 log(UFC/g) y levaduras de 6.20 log(UFC/g) en muestras de miel de *T. angustula*, resultados que fueron comparados con los datos reportados en la tabla 4-25 la cual evidencia niveles de microorganismos más bajos.

Sin embargo la elevada presencia de mesófilos, hongos, levaduras, están asociadas a las condiciones ambientales e higiénicas de la miel y la presencia de coliformes totales y patógenos como *Escherichia coli* en la miel extractada con el método de partición de potes por escurrido, indica contaminación en la manipulación y el ambiente donde se realizó dicho proceso.

4.2.4.1 Caracterización fisicoquímica de miel almacenada en potes cerrados sin burbuja de abejas *T. angustula*.

Con las muestras de miel, de abeja *T. angustula*, tomadas de potes cerrados sin burbuja, provenientes del municipio del Socorro, Santander; se llevó a cabo una caracterización preliminar de algunos parámetros fisicoquímicos, los cuales son presentados en la tabla 4-27; en esta se observan los valores de referencia y los requisitos para miel de *Apis mellifera* reportados en la NTC 1273.

Tabla 4-27: Caracterización de miel almacenada en potes cerrados sin burbuja de colmenas de *T. angustula*, extractada en el Socorro Santander.

PARÁMETRO	VALOR	<i>T. angustula</i> (NTC 1273)	Requisitos miel de <i>Apis mellifera</i> (NTC 1273)
Humedad (%)	23.97±0.77	23.2 - 26.7	20.0 max
°Brix	74.37±0.82		
pH	4.65±0.22	3.69 - 4.35	
Acidez libre (meq/kg) Base húmeda	42.08±7.78	7.7 - 109.0	50.0 max
Acidez total (meq/kg) Base húmeda	42.08±7.78		
Conductividad eléctrica (mS/cm)	1.21±0.15	0.78 - 7.32	0.8 max
Color (mm Pfund)	47.14±8.19		
Sacarosa (%)	3.63±0.56	2.1 - 2.4	5.0 max
Glucosa (%)	27.19±1.03		
Fructosa (%)	30.82±0.95		
Fenoles totales (mg Ac. Cafeico /g Miel)	610.93±134.82		
Act antiox ABTS (mmol trolox/kg Miel)	1±0.23		
Act antiox FRAP(mmol trolox/kg Miel)	1.04±0.39		
Cenizas (% base húmeda)	0.39±0.09	0.38 0.45	0.6 max
Cenizas (% base seca)	0.41±0.09		
Sodio (ppm)	155.59±43.76		
Potasio (ppm)	1184.57±319.44		
Calcio (ppm)	224.83±22.97		
Hierro (ppm)	4.86±2.26		
Magnesio (ppm)	70.77±24.41		
Cobre (ppm)	0.4±0.69		0.05 max
Zinc (ppm)	7.29±9.34		

Parámetros como: humedad, pH, acidez libre, conductividad eléctrica, sacarosa y cenizas, se encontraron dentro de los rangos presentados en la norma, para la especie *T. angustula*.

Al comparar los valores obtenidos de la miel de *T. angustula*, con los evidenciados en la NTC 1273 para miel de *A. mellifera*, se observa que tanto para humedad, conductividad eléctrica y cobre, dichos valores se encuentran por encima de lo permitido. Esto sugiere una diferencia entre mieles de diferentes especies.

4.3 Caracterización de la estabilidad de miel de abejas sin aguijón después de ser cosechada

4.3.1 Evaluación de estabilidad de la miel de *T. angustula*, durante el almacenamiento a tres temperaturas.

Con los datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos realizados a las mieles de abejas *T. angustula* almacenada a 4°, 19° y 28°C en 298 días y analizadas a diferentes intervalos del tiempo, se encontró para el parámetro de humedad en el primer intervalo de tiempo, un aumento inicial en la temperatura de 4°C, ver la tabla 4-28, luego presentó un decrecimiento para luego estabilizarse evidenciando que no hay variación de este parámetro en las tres temperaturas evaluadas en lo que refiere al tiempo.

Tabla 4-28: Variación del contenido de Humedad en miel de abejas *T. angustula* almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.

Temperaturas	Tiempo de almacenamiento en días							
	0	39	87	111	171	222	262	298
	Humedad (%)							
4°C	23.54	26.27	22.78	22.90	24.67	23.07	23.98	23.98
19°C	23.54	21.77	22.31	22.59	22.66	23.73	23.87	23.62
28°C	23.54	22.02	22.31	21.96	22.02	21.39	22.88	22.39

La tabla 4-29 muestra, que aunque hay un descenso en el primer intervalo de tiempo para el almacenamiento a 4°C, el parámetro de °Brix, se mantiene constante con el tiempo.

Tabla 4-29: Variación de °Brix en miel de abejas *T. angustula* almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.

Temperaturas	Tiempo de almacenamiento en días							
	0	39	87	111	171	222	262	298
	°Brix							
4°C	74.75	72.15	75.45	75.50	74.40	75.15	74.40	74.25
19°C	74.75	76.10	75.85	75.70	75.30	76.95	74.50	74.55
28°C	74.75	75.95	75.85	76.30	75.70	76.75	75.30	75.65

Entre tanto, en la tabla 4-30, se observa como el pH luego del segundo intervalo de tiempo en lo referente al almacenamiento, el cual fue realizado a una temperatura de

19°C, tiene un decrecimiento a los 111 días de almacenado, siendo el pico más bajo para esta temperatura, mientras que para 4° y 28°C, no muestra una tendencia similar, pero es de notar que para luego de doscientos días el pH de esta miel a estas tres temperaturas muestra la misma tendencia. Se podría sugerir que la miel almacenada después de 298 días a cualquier temperatura, inicia el proceso de descenso en pH.

Tabla 4-30: Variación de pH en miel de abejas *T. angustula* almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.

Temperaturas	Tiempo de almacenamiento en días							
	0	39	87	111	171	222	262	298
	pH							
4°C	4.40	4.28	4.23	4.20	4.29	4.30	4.48	4.27
19°C	4.40	4.27	4.31	3.74	4.21	4.26	4.37	4.21
28°C	4.40	4.25	4.23	4.10	4.09	4.36	4.41	4.05

El parámetro de Acidez libre medido en la miel de *T. angustula* a tres temperaturas de almacenamiento, muestra una tendencia muy similar, ver tabla 4-31, tan sólo en el intervalo de tiempo de 171 días se evidencia el pico más alto en temperatura de almacenamiento de 28°C, mostrando la concentración del ácido predominante.

Tabla 4-31: Variación de Acidez libre en miel de abejas *T. angustula* almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.

Temperaturas	Tiempo de almacenamiento en días							
	0	39	87	111	171	222	262	298
	Acidez libre (meq-kg)							
4°C	39.33	38.08	40.02	39.94	38.54	41.81	37.47	37.43
19°C	39.33	37.45	40.40	44.48	41.37	44.85	40.70	42.95
28°C	39.33	41.21	44.53	44.87	48.25	43.06	40.94	46.75

Con respecto a la acidez total, la tabla 4-32, muestra variación en este parámetro, medido en la miel de *T. angustula* a tres temperaturas de almacenamiento, con una tendencia similar entre ellas, pero es de notar que tan solo en el intervalo de tiempo de 171 días, se evidencia el pico más alto en la temperatura de almacenamiento de 28°C, evidenciando

que el parámetro se mantiene constante en las tres temperaturas evaluadas en los diferentes intervalos de tiempo.

Tabla 4-32: Variación de Acidez total en miel de abejas *T. angustula* almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.

Temperaturas	Tiempo de almacenamiento en días							
	0	39	87	111	171	222	262	298
	Acidez total (meq/kg)							
4°C	39.33	38.08	40.02	39.94	38.54	41.81	37.47	37.43
19°C	39.33	37.45	40.40	44.48	41.37	44.85	40.70	42.95
28°C	39.33	41.21	44.53	44.87	48.25	43.06	40.94	46.75

El parámetro de Act diastasa, medido para la miel de *T. angustula* a las tres temperaturas de almacenamiento, muestran una variabilidad muy marcada y evidenciada con su mayor actividad en la miel almacenada a 4°C, en el intervalo de tiempo de 87 días inicia el descenso, mientras que la miel almacenada a 19°C, tiene su pico más alto a los 171 días iniciando su descenso, como se observa en la tabla 4-33, tan solo la miel almacenada a 28°C, no aumenta en ningún tiempo de almacenamiento, tan solo decae, aunque es de notar que a los 171 días de almacenada sucede la menos baja.

Tabla 4-33: Variación de Act Diastasa en miel de abejas *T. angustula* almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.

Temperaturas	Tiempo de almacenamiento en días							
	0	39	87	111	171	222	262	298
	Act Diastasa (ND)							
4°C	43.00	39.20	54.40	44.10	43.70	39.70	38.00	40.80
19°C	43.00	43.80	37.00	38.90	48.90	34.50	37.00	34.70
28°C	43.00	37.10	33.40	30.60	38.20	32.90	27.00	22.50

En la tabla 4-34, se evidencia la variación constante de color en las mieles de *T. angustula* a 4° y 19°C, con una tendencia similar hasta los 171 días de almacenamiento, punto de tiempo donde converge con la miel almacenada a 28°C conservando la

tendencia entre mieles almacenadas a 19° y 28°C, mientras que para la miel almacenada a 4°C y a los 271 días de almacenamiento y decae completamente.

Tabla 4-34: Variación de Color en miel de abejas *T. angustula* almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.

Temperaturas	Tiempo de almacenamiento en días							
	0	39	87	111	171	222	262	298
	Color (mm Pfund)							
4°C	60.00	64.00	69.00	60.00	88.50	91.00	86.00	Ilegible
19°C	60.00	69.00	65.67	64.00	85.00	78.00	81.00	86.00
28°C	60.00	77.00	80.00	78.33	86.50	76.00	86.00	90.00

La tabla 4-35, evidencia que para el parámetro de HMF evaluado en mieles de *T. angustula* y almacenadas a 4° y 19°C, a los 111 días permanece estable e inicia su aumento encontrando el pico más alto a los 171 días, pero se estabiliza nuevamente a los 222 días manteniéndose estable, para las mieles almacenadas a 28°C el HMF se mantiene casi constante hasta los 271 días de almacenamiento, es allí cuando inicia el aumento en mismo.

Tabla 4-35: Variación de HMF en miel de abejas *T. angustula* almacenada a 4°, 19° y 28°C, en diferentes intervalos de tiempo.

Temperaturas	Tiempo de almacenamiento en días							
	0	39	87	111	171	222	262	298
	HMF (mg/kg)							
4°C	0.22	1.33	0.52	2.53	32.48	0.00	0.00	0.00
19°C	0.22	0.00	0.44	0.00	12.61	4.89	1.76	0.00
28°C	0.22	0.00	3.81	1.87	0.00	1.79	3.64	18.94

En general los parámetros fisicoquímicos evaluados para las tres temperaturas no tienen mayor variabilidad en el tiempo, excepto en los parámetros de: Act diastasa, color y HMF.

Con los datos del análisis microbiológico obtenido de la miel almacenada, los cuales se observan en las tablas 4-36, 4-37 y 4-38, en donde se presentan los resultados del análisis de las mieles de *T. angustula* almacenada a 4°, 19° y 28°C, y se comparan con

los requerimientos de la norma NTC 1273 y Resolución 1057 de 2010, se evidencia que estas mieles no cumplirían con los estándares necesarios para ser consumidos.

La presencia de mesófilos por encima del valor establecido por la NTC1273 la cual es de 2.48 log(UFC/g) en la miel almacenada a 4°C, indica contaminación por el ambiente que hay alrededor del lugar donde se encuentran ubicadas las colmenas, estos valores se observan en la tabla 4-35, al igual que para mohos y levaduras donde el valor requerido es de 2.00 log(UFC/g).

Adicional a esto la presencia de *Clostridium perfringens* en gran parte de los tiempos de almacenamiento, evidencia la necesidad de tratamientos de conservación, para poder ser consumido por el ser humano, de forma segura.

Es de notar que en la tabla 4-39, se evidencia que el 75% de las muestras almacenadas a 28°C, superaban lo establecido para mesófilos por la NTC 1273 o sea 2.48 log(UFC/g), con esta temperatura de almacenamiento se obtuvo el mayor porcentaje de muestras que no cumplían con este parámetro. Para Mohos el valor máximo establecido por la NTC 1273 fue de 2.0 log(UFC/g) y con el 72,73% de las muestras almacenadas a 4°C se notó que no cumplen con este requerimiento. Para Levaduras el valor máximo permitido por la NTC 1273 es de 2.0 log(UFC/g) y el mayor porcentaje presentado de muestras almacenadas que no cumplen lo tiene la temperatura de 4°C con un 63.64%. Para Coliformes totales el valor máximo permitido por la NTC 1273 es de 1.0 log(UFC/g) y el mayor porcentaje de muestras que no cumplen el requerimiento se encuentra a la temperatura de almacenamiento de 4°C con un 45.5%. Para anaerobios sulfito reductores el valor máximo permitido por la Resolución 1057 de 2010, es de 2.0 log(UFC/g) y este se presenta con un porcentaje de muestras almacenadas del 50% a 19°C que no cumplen este requerimiento. Teniendo en cuenta que la NTC 1273 establece que la miel no debe presentar *Clostridium perfringens*, las muestras arrojaron porcentajes altos de presencia de este microorganismo, los cuales fueron de 54.55, 37,5 y 62.5% para las temperaturas de almacenamiento de 4, 19 y 28°C respectivamente, presentándose un mayor porcentaje a los 28°C.

Los resultados de estos análisis demuestran que la miel de abejas *T. angustula* poseen niveles variados de microorganismos, necesitando establecer metodologías de almacenamiento y conservación que generen condiciones de calidad seguras en este producto.

Tabla 4-39: Porcentaje de muestras de miel de abejas *T. angustula* almacenadas a diferentes temperaturas que no cumplen con los requerimientos de la norma NTC 1273 y Resolución 1057 de 2010.

Microorganismo	% muestras almacenadas de miel <i>T. angustula</i> .		
	4°C	19°C	28°C
Mesófilos log(UFC/g)	63.64	50	75
Mohos log(UFC/g)	72.73	12.5	12.5
Levaduras log(UFC/g)	63.64	25	25
Coliformes totales log(UFC/g)	45.45	25	25
Anaerobios sulfito reductores log(UFC/g)	45.45	50	37.5
<i>Clostridium perfringens</i>	54.55	37.5	62.5

4.4 Recomendaciones de manejo de la especie de abejas *T. angustula*.

De acuerdo con las visitas realizadas a las colmenas de la especie *T. angustula* en diferentes regiones, se generó un esquema básico de instalación, manejo de colmenas y proceso de pre, pos y cosecha de miel.

4.4.1 Esquema de instalación de Meliponario de *T. angustula*.

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas, y los datos proporcionados por los meliponicultores encuestados, se logró de forma general plantear un plan ideal para el montaje de un meliponario de colmenas de abejas *T. angustula*, como se observa en la figura 4-15.

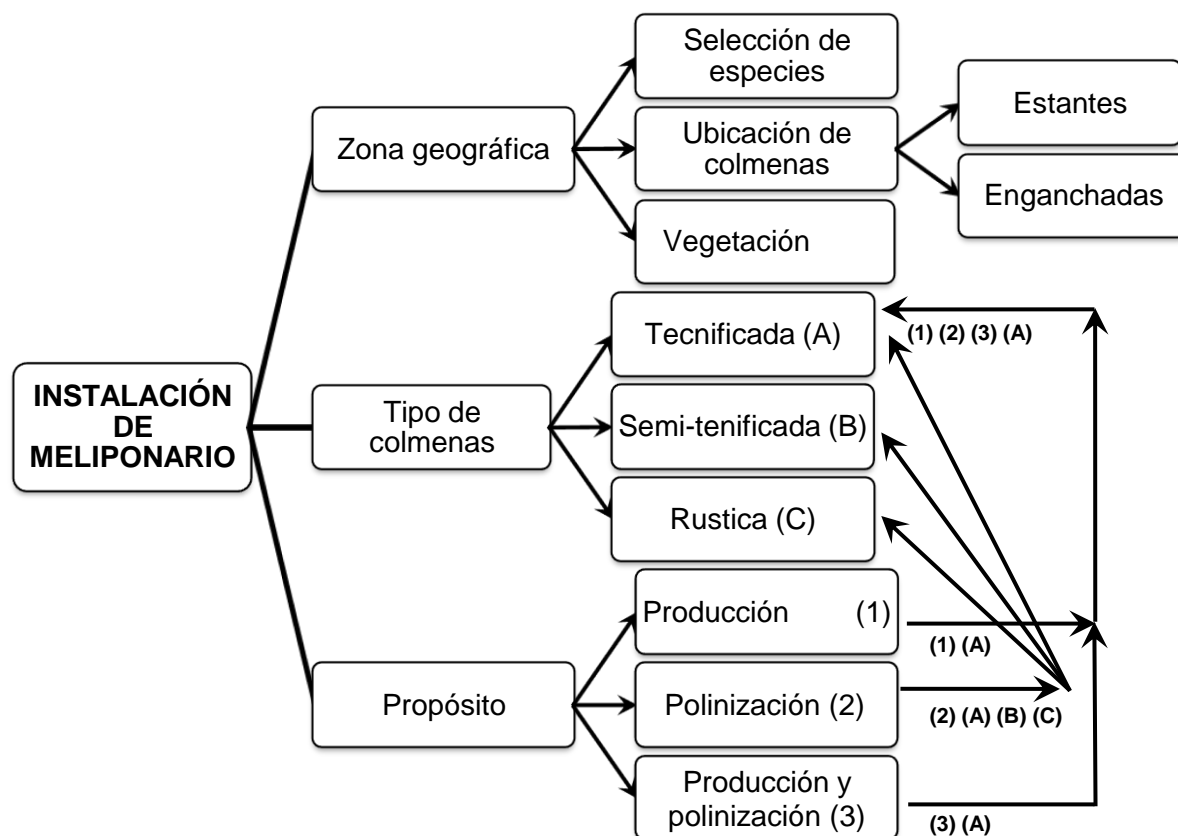


Figura 4-15: Esquema de instalación de meliponario para abejas sin aguijón *T. angustula*.

El esquema indica que dependiendo del propósito de los nidos de abejas se debe procurar su ubicación en los distintos tipos de colmenas, con el fin de obtener mayores beneficios de estas. Con referencia a la ubicación de las colmenas, la figura 4-16 muestra uno de los modelos.

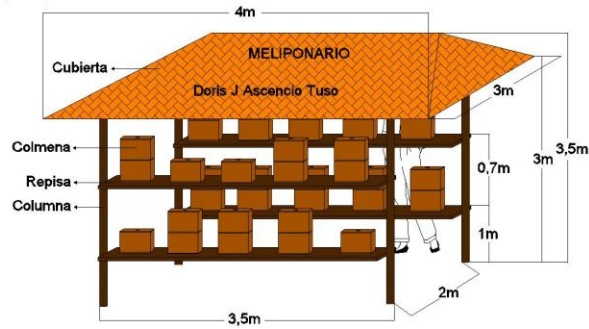


Figura 4-16: Esquema de instalación de colmenas en estantes dentro del meliponario para abejas sin aguijón *T. angustula*.

La figura 4-17 presenta un esquema de colmenas colgadas o enganchadas dentro del meliponario, es decisión del productor elegir el tipo de ubicación de este, dependiendo de la zona geográfica donde se encuentre.

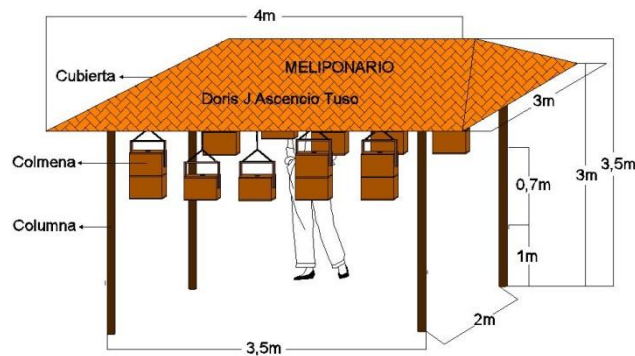


Figura 4-17: Esquema de instalación de colmenas enganchadas dentro del meliponario para abejas sin aguijón *T. angustula*.

4.4.1.1 Diagrama de operaciones del proceso de extracción de miel en abejas sin aguijón *T. angustula*.

El diagrama propone los pasos que se deben efectuar para realizar la extracción de miel en abejas *T. angustula*, la figura 4-18 presenta tres métodos de extracción junto con los procesos que deben emplearse en cada método.

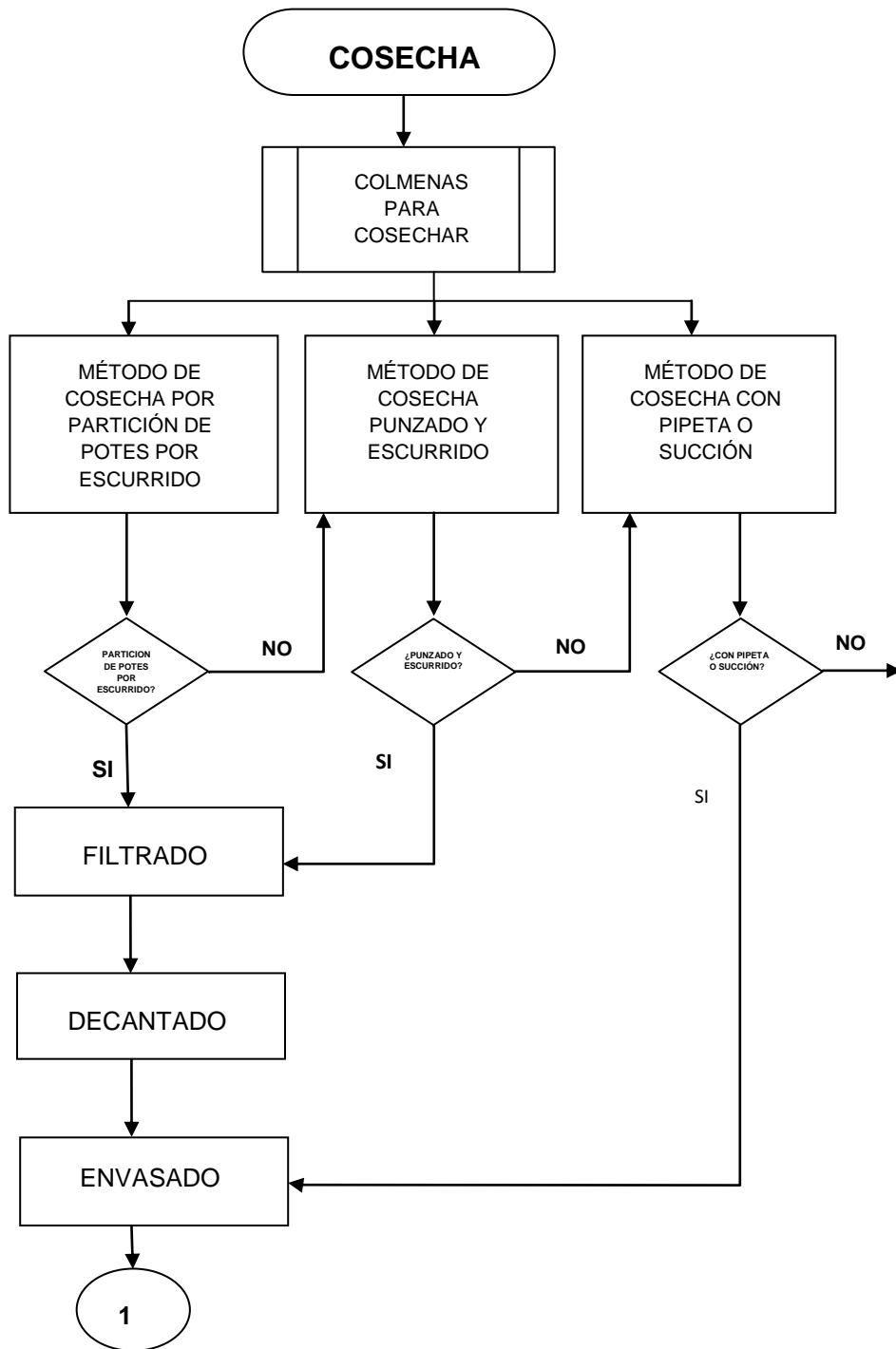


Figura 4-18: Diagrama de flujo del proceso de cosecha de miel en abejas sin aguijón *T. angustula*.

4.4.1.2 Diagrama de flujo del proceso postcosecha de miel de abejas *T. angustula*.

La figura 4-19 presenta la continuación del diagrama de cosecha o extracción de miel, donde se deberían presentar los procesos a realizar en el procedimiento de postcosecha de la miel, pero como aún no se han establecido estos tratamientos, queda para completar este diagrama con la tesis doctoral que se está desarrollando.

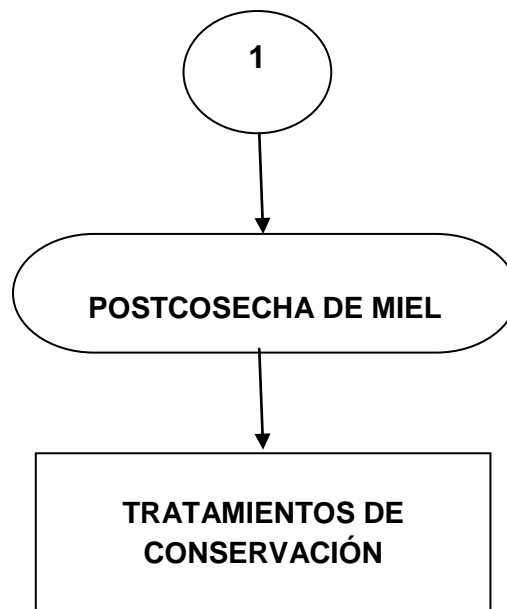


Figura 4-19: Diagrama de operaciones del proceso de postcosecha de miel en abejas sin aguijón *T. angustula*.

4.4.1.3 Cuadro de actividades técnicas en la extracción de miel de abejas *T. angustula*

La tabla 4-40, presenta una síntesis de las actividades ideales al realizar la extracción de miel, con el fin de evitar al máximo la contaminación por manipulación y mal manejo.

Tabla 4-40: Cuadro de actividades indispensables para la realización de la extracción de miel de abejas sin aguijón *T. angustula*.

CUADRO DE ACTIVIDADES PARA LA COSECHA DE MIEL EN ABEJAS SIN AGUIJÓN <i>T. angustula</i> .		
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ESQUEMA
ADECUACIÓN DEL ESPACIO PARA REALIZAR LA EXTRACCIÓN	Se selecciona un terreno cercano a las colmenas, de aproximadamente 5m x 5m, preferiblemente sin pendientes y protegido por sombra de árboles, con el fin de ofrecer condiciones confortables para el trabajo.	<p>Ubicación del terreno</p> <p>Transporte de implementos al sitio</p> <p>Doris J Ascencio Tuso</p>
	Se ubican árboles, postes o paredes los cuales ayudarán a facilitar la adecuación del lugar. Es necesario que el lugar cuente con fácil acceso a una fuente de agua potable, para realizar dichas actividades.	<p>Adecuación del terreno</p> <p>Doris J Ascencio Tuso</p>
	Se instala un toldillo de color blanco, elaborado con velo o cortina milano (tamaño de poro de 3entre 0,1 y 0,3cm), cuyas dimensiones aproximadas son: alto 3,5 m, largo 3 m, ancho 2m. En frente, la tela se debe encontrar dividida en dos. El techo del toldillo debe ser rectangular y elaborado en tela impermeable, con el fin de proteger el área de humedad y del sol. El techo debe contar con un pliegue de abrir y cerrar, con el fin de dejar una salida para las abejas que logren entrar al sitio de cosecha.	<p>Doris J Ascencio Tuso</p>

Tabla 4-40: Cuadro de actividades..... (Continuación).

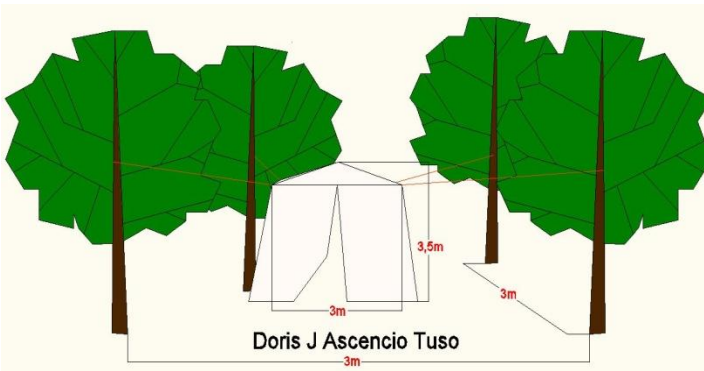
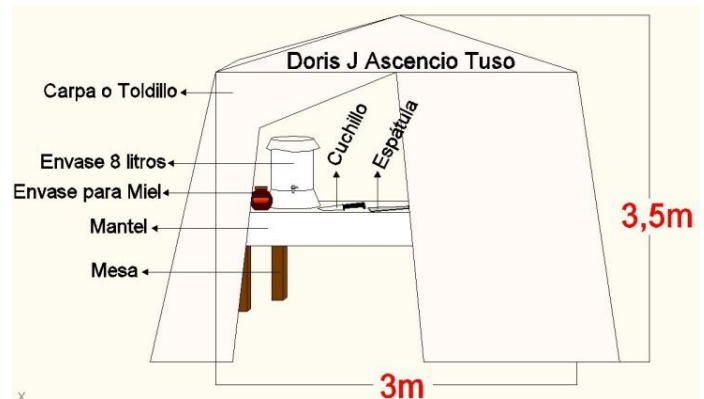
CUADRO DE ACTIVIDADES PARA LA COSECHA DE MIEL EN ABEJAS SIN AGUIJÓN <i>T. angustula</i> .		
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ESQUEMA
ADECUACIÓN DEL ESPACIO PARA REALIZAR LA EXTRACCIÓN	Los cuatro vértices del techo del toldillo deben tener cuerdas de aproximadamente 6 metros de longitud, estas para amarrar el mismo a puntos ubicados en el lugar para tal fin (árboles, postes, paredes).	
	La parte inferior del toldillo, no debe quedar al ras del piso, es necesario que quede un sobrante, el cual ayudará a proteger de la entrada de insectos a la carpa. En caso de que el toldillo quede muy bajo, se puede aumentar su altura, por medio de varas de madera, las cuales se colocaran en las cuerdas de soporte.	
INSTALACIÓN DE IMPLEMENTOS Y UTENSILIOS DENTRO DEL TOLDILLO	Dentro del toldillo se debe encontrar una mesa provista con un mantel de tela blanca.	
	Sobre la mesa deben encontrarse los utensilios necesarios para la cosecha, como espátula y cuchillo de acero inoxidable; recipiente para filtrado y envasado de miel, de aproximadamente 8 litros, un filtro que puede ser elaborado con el mismo material del toldillo o de acero inoxidable el cual será adaptado al recipiente de filtrado, succionadores y punzones en acero. El material usado para dicho fin no debe ser absorbente, que no despidan motas y de fácil lavado. Los implementos deben estar higiénicamente lavados.	

Tabla 4-40: Cuadro de actividades..... (Continuación).


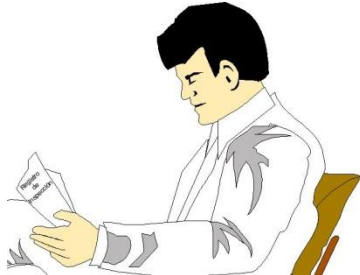
CUADRO DE ACTIVIDADES PARA LA COSECHA DE MIEL EN ABEJAS SIN AGUIJÓN <i>T. angustula</i> .		
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ESQUEMA
INDUMENTARIA DEL PERSONAL QUE REALIZA LA EXTRACCIÓN	El personal que realice la operación de extracción debe encontrarse debidamente presentado y limpio; debe llevar bata u overol de color claro, preferiblemente blanco, cofia, tapabocas, guantes desechables y botas de caucho de color claro. Esto para evitar la contaminación cruzada, causada por la manipulación de herramientas y materiales. Quien realice la cosecha no deberá tener contacto con la colmena.	
	Quien manipule las colmenas, debe cumplir los requisitos mínimos de higiene, no es necesario el uso del mismo tipo de indumentaria de quien se encuentra en contacto directo con la miel.	
PREPARACIÓN DE LAS COLMENAS	Se debe revisar el registro de inspección para conocer que colmenas cumplen los estándares (porcentaje de potes de miel, número de alzas y sanidad de la colmena) para ser cosechadas	

Tabla 4-40: Cuadro de actividades..... (Continuación).

CUADRO DE ACTIVIDADES PARA LA COSECHA DE MIEL EN ABEJAS SIN AGUIJÓN <i>T. angustula</i> .		
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ESQUEMA
DESCENSO Y APERTURA DE LAS COLMENAS	<p>El meliponario debe estar ubicado en un sitio de fácil acceso para su manejo, de tal forma que la manipulación no cause trastornos al nido. Dependiendo de la zona geográfica estas colmenas deben ser ubicadas ya sea en repizas o colgadas con distancias entre ellas de mínimo de 50cm, esto con el fin de evitar el ingreso de plagas y depredadores. La altura promedio de ubicación está entre 1.5 a 3.5 metros.</p>	
	<p>Se debe contar con herramientas como: espátula mediana en acero inoxidable, cuchillo y pinzas pequeñas y tijeras, estas son de gran utilidad debido a que hacen más fácil la labor de revisión de las colmenas.</p>	
	<p>Es necesario tener cuidado en el descenso de las colmenas, ya que estas no deben ser inclinadas, volteadas, ni giradas debido a que se puede causar mortalidad de los huevos y las larvas, las cuales se encuentran flotando dentro en la superficie del alveolo cerrado de los discos de cria.</p>	
	<p>Llevar los registros de las colmenas revisadas, con datos de producción y estado de las mismas, para realizar posteriormente control y balance de producción anual.</p>	

Tabla 4-40. Cuadro de actividades..... (Continuación).

CUADRO DE ACTIVIDADES PARA LA COSECHA DE MIEL EN ABEJAS SIN AGUIJÓN <i>T. angustula</i>.		
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ESQUEMA
PARTICIÓN DE POTES POR ESCURRIDO	Se cortan los pots en fracciones pequeñas, verificando que estos queden abiertos, se colocan sobre un filtro de acero inoxidable o un lienzo blanco esterilizado. Es necesario no dejar ningún pote de pólen dentro de la sección de escurrido, ni dejar caer restos de polen dentro de los pots de miel.	
PUNZADO Y ESCURRIDO	Se toman los pots y se les abre un orificio en la parte superior con la ayuda de un punzón de acero inoxidable, se colocan girados para que escurra la miel sobre el lienzo.	
CON PIPETA O SUCCIÓN	Se toman los pots y se les abre un orificio en la parte superior con la ayuda de un punzón de acero inoxidable, se toma una pipeta o succionador y se procede a realizar la extracción de cada uno, finalmente el contenido de la pipeta se vierte en el filtro.	
ENVASADO DE LA MIEL	Este se realiza luego del filtrado y decantado de la miel, se hace directamente en frascos de vidrio, preferiblemente opacos, posteriormente se realiza el método de conservación más conveniente, de no ser posible realizarlo inmediatamente, se debe refrigerar.	

4.4.2 Desarrollo de diseño de colmena apropiada para nidos de abejas sin aguijón *T. angustula*.

Se planea un proyecto de una colmena que disminuya el riesgo de contaminación, ya que se encontraron en todos los análisis microbiológicos realizados a la miel de esta especie microorganismos indicadores y patógenos posiblemente originados por el medio ambiente de donde procede, manejo y excesiva manipulación. Para el diseño de la colmena, se tuvieron en cuenta parámetros tales como: diámetro del involucro, capacidad de producción de potes de miel, potencial de crecimiento en larvas y cantidad máxima de discos de cría. Teniendo en cuenta los tipos de colmenas descritas en la tabla 4-2, las cuales fueron encontradas en los diferentes meliponarios, las cuales están diseñadas para el desarrollo del nido y construcción de potes sin tener en cuenta ningún parámetro que mejore y facilite el manejo y la extracción de potes.

Se efectuó un diseño de una colmena que maximizará el potencial productivo y facilitará la cosecha de miel de la especie de abeja sin aguijón *T. angustula*. Habiendo identificando los tipos de nidos que manejaban los meliponicultores en varias regiones de Colombia, observando y estableciendo las bondades y falencias de las colmenas identificadas.

Con base en lo observado dentro de las colmenas en las diferentes regiones de Colombia, en cuanto al desarrollo de la cría dentro de las colmenas mencionadas, la cual se dispone en todos los tipos de colmena en forma de discos y su crecimiento es vertical, con esta información se estableció un diámetro promedio de 15cm y una altura variable.

El desarrollo de la formación de potes, aunque es variable y depende de la disponibilidad de floración en la zona donde se encuentran las colmenas, el tamaño del pote oscila entre 1 y 1.5cm de alto, siendo dispuestos uno sobre otro de forma natural. En el archivo fotográfico digital del anexo A se observan los diferentes diseños manejados en varias zonas de Colombia y en la tabla 4-2, se denotan las medidas de dichas colmenas y su ubicación.

Con esta información, se realizó el diseño de la colmena para la abeja *T. angustula*, procurando optimizar el manejo de la producción de potes de miel y polen.

Se diseñaron alzas con alturas iguales a 3 cm en la parte externa y 2cm en la parte interna y las otras medidas de la colmena se puede observar en la figura 4-20. Se presenta este diseño de colmena para esta especie de abeja, por ser una de las especies más manejada por los meliponicultores Colombianos. Con el fin de dar una herramienta que permita minimizar la contaminación de la miel en el proceso de cosecha y postcosecha de este producto.

Este diseño tiene los componentes necesarios para tener las abejas *T. angustula* bajo las mismas condiciones de confort, que en su nido natural, pues tiene la posibilidad de crecer hasta su mayor potencial, o disminuirse en época de poca floración, pues cuenta con accesorios removibles que se lo permiten, también se le realizaron adecuaciones de ventilación que las mismas abejas regulan según su necesidad. Los planos con las medidas reales escaladas de las vistas frontal y lateral del diseño de la colmena se muestran en las figuras 4-21 y 4-22.

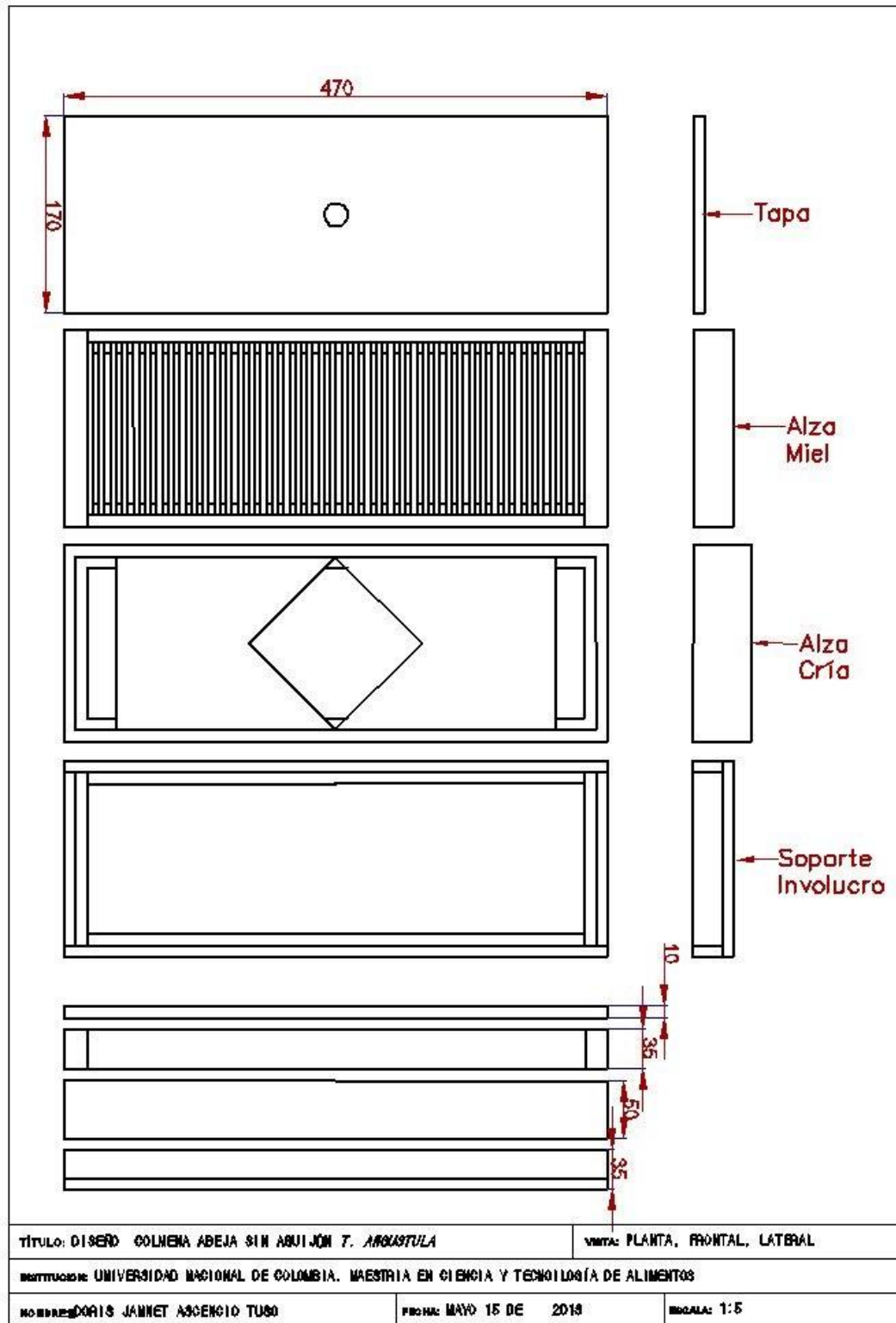


Figura 4-20: Plano 1: Vista de techo, frontal y lateral, diseño propuesto.

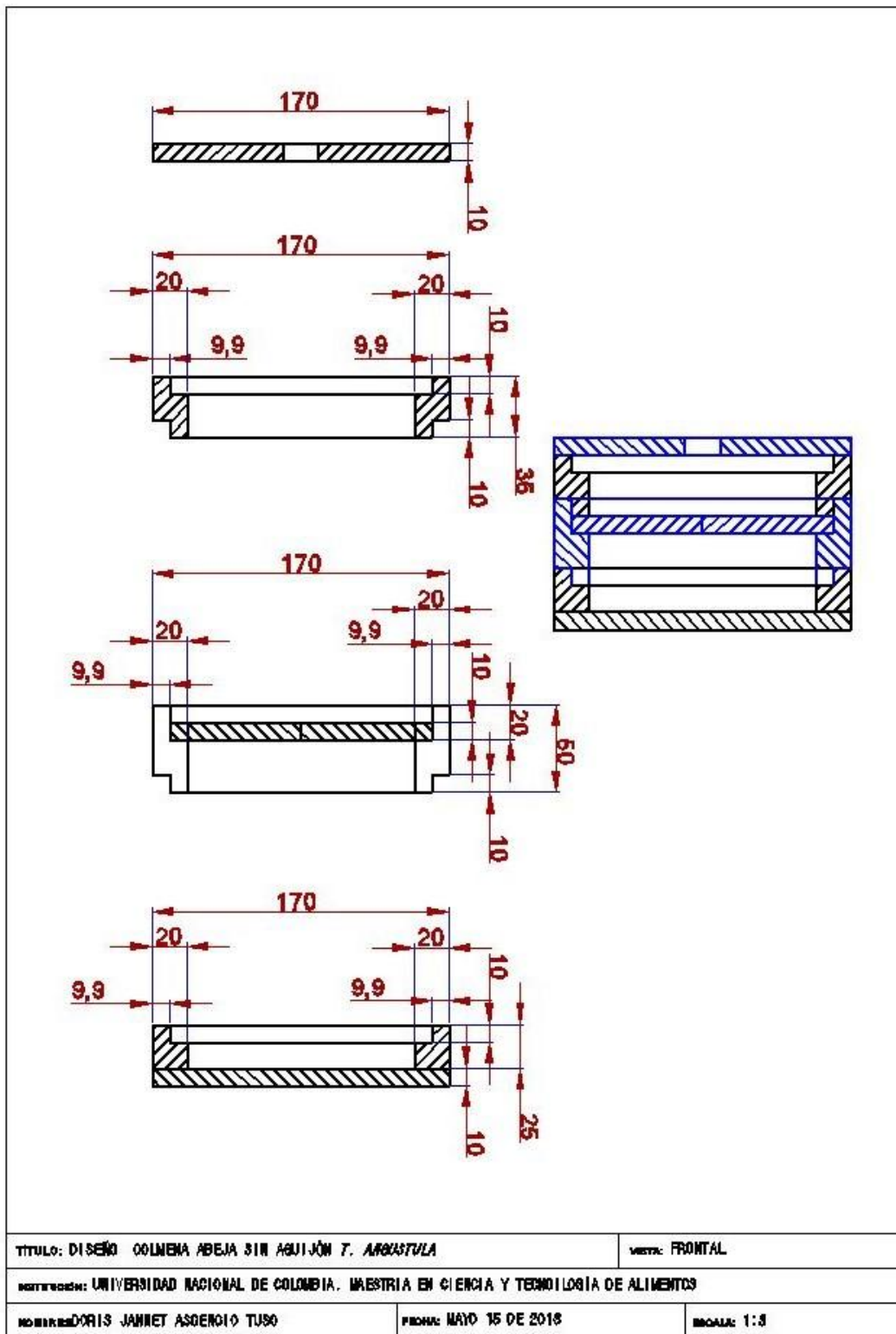


Figura 4-21: Plano 2: Vista Frontal diseño propuesto..

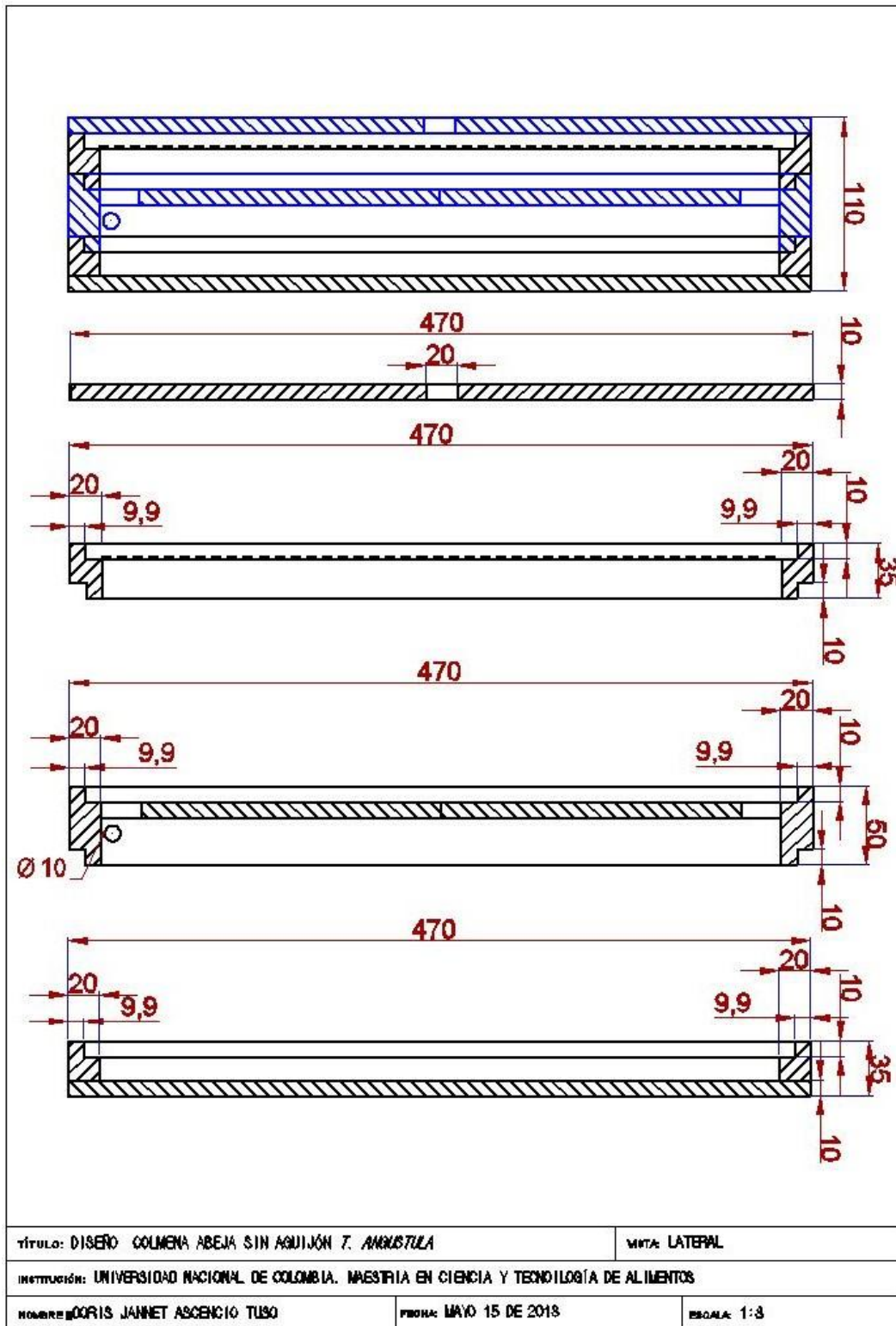


Figura 4-22: Plano 3: Vista Lateral diseño propuesto.

4.4.2.1 Instalación y evaluación de réplicas de la colmena propuesta, en meliponarios de Santander Colombia.

Se realizó el traslado e instalación de réplicas de la colmena propuesta, en dos meliponarios seleccionados y ubicados en el municipio del Socorro, compuestos en un 95% por nidos de la especie *T. angustula*.

Para la evaluación, se realizó una visita a las colmenas instaladas luego de dos meses de realizada dicha actividad. El fin fue de verificar el desarrollo del nido, población, formación y ubicación de potes dentro de la colmena.

Meliponario: La Primavera

Vereda: Bosque Chusque

Municipio: Socorro

- **Traslado de Nido natural de abejas *T. angustula*, a colmena propuesta.**

Se llevó a cabo el traslado de dos nidos de la especie *T. angustula*, dichos nidos se encontraban ubicados en barrancos; los dos, fueron trasladados a réplicas de la colmena propuesta, una de ellas era elaborada en Pino blanco y la otra en madera Chingalé.

- **Evaluación de la colmena propuesta elaborada en Pino Blanco.**

La evaluación arrojó como resultado luego de dos meses de traslado, una colmena con aumento lento de población, incremento de involucro, poca construcción de potes de miel y polen, con distribución baja de propóleos en el interior de la colmena.

- **Evaluación de la colmena propuesta elaborada en Chingalé**

La evaluación de la colmena dio como resultado una colmena con poco crecimiento poblacional, crecimiento lento de cría, buena formación de involucro, construcción escasa de potes de alimento, junto con una baja distribución de propóleos dentro de la colmena.

- **Traslado de colmena semi-tecnificada de abejas *T. angustula*, a colmena propuesta.**

Se realizó el traslado de una colmena semi-tecnificada identificada con el número 2, a una réplica del diseño propuesto en material Chingalé, después de esto, se procedió a ubicar dicho nido en el sitio que se encontraba la anterior, finalizando la actividad se procedió a grabar el número correspondiente en el exterior de la misma.

- **Evaluación de la colmena propuesta elaborada en Chingalé e identificada con el número 2.**

En la evaluación de esta colmena el resultado fue alentador, debido a que con tan solo dos meses de traslado, la colmena presentaba un aumento significativo de población, al igual que un incremento interesante de cría, también se observó un excelente desarrollo del involucro, al igual que una amplia construcción de potes de miel y polen con una muy buena distribución de propóleos en el interior de la colmena.

Meliponario: La Vega

Vereda: Alto de Reinas

Municipio: Socorro

- **Traslado de colmena rustica de abejas *T. angustula*, a colmena propuesta.**

Se llevó a cabo el traslado del nido rústico identificado con el número 8 en el meliponario, a una réplica del diseño propuesto en material Chingalé, luego se procedió a ubicar dicha colmena en el sitio que se encontraba el nido, para finalmente realizar el grabado en el exterior de la misma.

- **Evaluación de la colmena propuesta elaborada en Chingalé e identificada con el número 8 en el meliponario.**

Como resultado se obtuvo un incremento significativo de población, aumento de cría, amplio desarrollo del involucro, buena construcción de potes de miel y polen y se observó el inicio de la organización de potes sobre las láminas de soporte, junto con una excelente distribución de propóleos en el interior de la colmena.

- **Traslado de colmena semi-tecnificada de abejas *T. angustula*, a colmena propuesta.**

Se procedió a trasladar la colmena semi-tecnificada identificada con el número 2, a una réplica del diseño propuesto en material Chingalé, luego se procedió a ubicar la misma en el sitio correspondiente, finalizando con la inscripción del número en el exterior de la misma.

- **Evaluación de la colmena propuesta elaborada en Chingalé e identificada con el número 2 en el meliponario.**

En la revisión se observó un excelente aumento en la población, en la cría, con una buena formación del involucro y un favorable incremento en la construcción de potes de miel y polen, también fue de notar el inicio de la organización de potes sobre las láminas de soporte y una alta distribución de propóleos en el interior de la colmena.

- **Evaluación de la colmena propuesta elaborada en Pino Blanco e identificada con el número 5 en el meliponario.**

Esta colmena fue trasladada por la propietaria del meliponario una semana después de realizado el traslado de las mencionadas anteriormente, provenía de una caja semi-tecnificada y se observó incremento en la población, aumento de cría, ampliación del involucro, construcción favorable de potes de miel y polen, inicio de la organización de potes sobre las láminas de soporte y buena repartición de propóleos en el interior de la colmena.

4.4.3 Evaluación de la colmena desarrollada para la especie *T. angustula*.

Luego de realizado el traslado y la evaluación de las colmenas propuestas, se concluye que es necesario colocar en estas, nidos fuertes o con buena población, debido a que se evidencio que puede alcanzar en menor tiempo una buena producción de potes de miel y polen, con mira a colmenas con alta productividad.

Se demostró que el tipo de madera utilizado en la elaboración de las colmenas propuestas, no incidió en el desarrollo del nido, esto debido a que los nidos naturales que

se consideran más propensos a morir en el traslado, se adaptaron al ambiente suministrado por la misma, notorio en el desarrollo de cría y potes de miel y polen.

La funcionalidad de la colmena propuesta, es evidente gracias al rápido desarrollo presentado por los individuos pertenecientes a la misma, con el rápido desarrollo y la colaboración continua del productor, es posible alcanzar colmenas con alta producción de miel y polen, tan solo observando las necesidades a suplir dentro de ella.

Es notorio el buen funcionamiento de las colmenas, ya que en tan solo dos meses luego del traslado, fue posible cosechar miel de las mismas. Las tablas a continuación, muestran los resultados arrojados de las pruebas microbiológicas realizadas a la miel que se cosecho para colmenas con antiguas cajas, al igual que las colmenas colocadas recientemente, además, compara los resultados de muestras de miel tomadas dentro del pote con muestras tomadas de miel que escurría fuera de ellos. La tabla 4-41, muestra los resultados arrojados para la vereda Bosque Chusque y la tabla 4-42 los datos para la vereda de Alto de Reinas.

Se evidencia que en el análisis microbiano realizado a la miel de abejas sin aguijón de *T. angustula*, dentro del pote, para el nuevo diseño de colmena en la Vereda de Bosque Chusque del Municipio del Socorro Santander. Se encuentra una carga microbiana de Mesófilos log (UFC/g) de < 1 y 1.3, mientras en la colmena antigua la carga es de 2.72 y 3.42, siendo mayor en ésta. Esta afirmación es corroborada, al observar la carga microbiana de mesófilos log(UFC/g) en el análisis realizado en las colmenas del meliponario ubicado en la Vereda Alto de Reinas del municipio del Socorro Santander, donde esta carga es más baja en las colmenas con el nuevo diseño.

Tabla 4-41: Análisis microbiológico de miel de abejas *T. angustula*, en diferentes sectores del pote, treinta y tres días después de la extracción de los potes. Vereda Bosque Chusque, municipio del Socorro, Santander, Colombia.

MELIPONARIO UBICADO EN EL MUNICIPIO DEL SOCORRO, SANTANDER, VEREDA BOSQUE CHUSQUE.													
Microorganismo	TIPO DE COLMENA											Requisitos miel <i>Apis mellifera</i> (NTC 1273)	Res. 1057/2010 (Ministerio Protecc. Social)
	C Antigua	C Antigua	C Antigua	C Antigua	C Antigua	C Antigua	C Antigua	C Nuevo	C Nuevo	C Antigua	C Antigua		
	SECTOR DE ANÁLISIS												
	Superficie					Miel Interna					M Externa		
Mesófilos log(UFC/g)	2.41	< 1	>5.48	>5.48	1.78	2.72	3.42	< 1	1.3	3.02	2.52	2,48 max.	
Mohos log(UFC/g)	1	< 1	< 1	< 1	1	1.78	<1	1.9	< 1	< 1	1.3	2,00 max.	2,00 max.
Levaduras log(UFC/g)	4.14	4.32	6.16	3.77	4.3	5.11	5.26	< 1	4.46	3.32	3.95	2,00 max.	2,00 max.
Bacterias Acidolácticas log(UFC/g)	/	>5.48	>5.48	>5.48	/	/	/	< 1	1.48	/	/		
Coliformes totales log(UFC/g)	1	< 1	5.1	4.22	2.2	2.08	3.98	<0.48	1	2.3	2.28	1,00 max.	
Coliformes fecales log(UFC/g)	/	/	/	/	<0.48	/	/	<0.48	<0.48	< 0.48	< 0.48		
<i>Escherichia coli</i>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1,00	
<i>Staphylococcus catalasa</i> + log(UFC/g)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2		
Anaerobios sulfito reductores log(UFC/g)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		2,00 max.
<i>Clostridium perfringens</i>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		

***Superficie:** muestra tomada a la superficie del pote, **Miel Interna:** Muestra de miel tomada dentro del pote, **M Externa:** Muestra de miel tomada por fuera del pote.

***C Antigua:** Colmena especie *T. angustula* diseño antiguo. **C Nuevo:** Colmena con nuevo diseño.

Tabla 4-42: Análisis microbiológico de miel de abejas sin aguijón *T. angustula*, en diferentes sectores del pote, treinta y tres días después de la extracción de los potes. Vereda de Alto de Reinas, municipio del Socorro, Santander, Colombia.

MELIPONARIO UBICADO EN EL MUNICIPIO DEL SOCORRO, SANTANDER, VEREDA ALTO DE REINAS.							
Microorganismo	TIPO DE COLMENA					Requisitos miel de <i>Apis mellifera</i> (NTC 1273)	Res. 1057/ 2010 (Ministerio Protecc. Social)
	C Nueva	C Antigua	C Antigua	C Nueva	C Antigua		
	SECTOR DE ANALISIS						
	Superficie		Miel In		M Ex		
Mesófilos log(UFC/g)	2.23	2.04	2.82	1.9	2.73	2,48	
Mohos log(UFC/g)	1	1.48	1.78	1.48	1.9	2,00.	2,00
Levaduras log(UFC/g)	1.78	1.48	3.36	5.41	3.16	2,00	2,00
Bacterias Acidolácticas log(UFC/g)	/	/	/	/	/		
Coliformes totales log(UFC/g)	2.3	< 1	2.856	< 1	1.95	1,00	
Coliformes fecales log(UFC/g)	< 0.48	< 0.48	< 0.48	< 0.48	< 0.48		
<i>Escherichia coli</i>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1,00	
<i>Staphylococcus catalasa +</i> log(UFC/g)	/	/	/	/	/		
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2		
Anaerobios sulfito reductores log(UFC/g)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		2,00
<i>Clostridium perfringens</i>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		

***Superficie:** muestra tomada a la superficie del pote, **Miel Interna:** Muestra de miel tomada dentro del pote, **M Externa:** Muestra de miel tomada por fuera del pote.

***C Antigua:** Colmena especie *T. angustula* diseño antiguo. **C Nuevo:** Colmena con nuevo diseño.

Las colmenas utilizadas en la mayoría de las regiones del país, permiten un crecimiento natural del involucro y discos de cría, esto sin tener en cuenta la disposición final de la producción de potes de cada una de ellas, con el diseño aportado, se pretende minimizar espacio en la altura de las alzas, con el fin de obtener en ellas, láminas de potes sencillos evitando la superposición de estos, facilitando el proceso de cosecha y minimizando el riesgo de contaminación del producto. Ver figura 4-29.

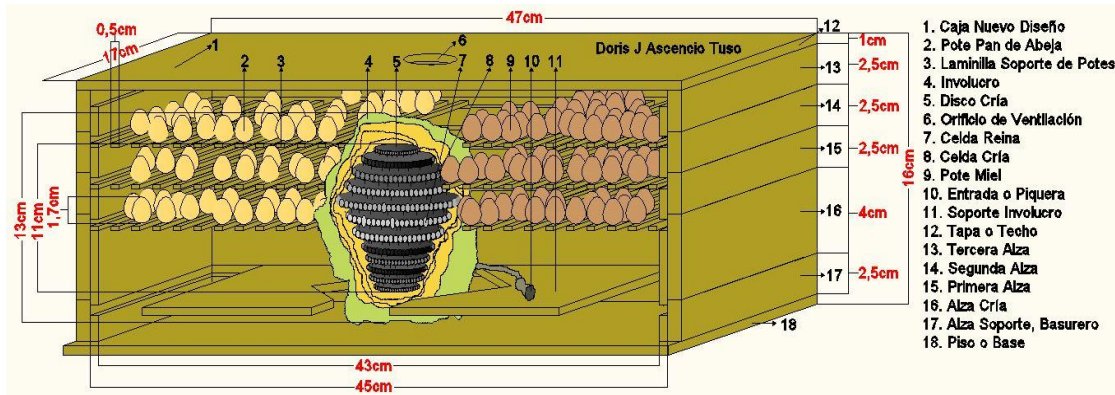


Figura 4-23: Esquema de desarrollo del nido con disposición de potes dentro de la colmena propuesta.

Este diseño, permite al productor tener un manejo controlado de la colmena, inhibiendo la contaminación cruzada producida por abuso en la manipulación al momento de realizar la cosecha de los potes de miel. También cuenta con unas secciones especialmente diseñadas que permiten al meliponicultor, tener el debido control en cuanto al crecimiento del nido, logrando llevar la colmena al máximo de producción en el momento de abundancia de floración y reduciéndola en el momento en que decrece la misma.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Con la información obtenida de meliponarios en los departamentos del Huila, Santander, Boyacá, Antioquia, Caldas, Cundinamarca y Magdalena, de la especie que tiene mayor distribución, abundancia de especie y volumen de producción, se define que para Colombia la especie de abeja sin aguijón *T. angustula* es la que posee mayor porcentaje de colmenas en los 7 departamentos con 595 colmenas siendo un 70.4% del total de colmenas localizadas y una producción anual de 385.4L que es el 70.06% de la producción total, por lo cual es la especie con mejor potencial productivo de miel.

La miel almacenada en los tipos de potes identificados muestran variación en °Brix, humedad y pH, estas diferencias en los parámetros se mantienen sin importar la zona geográfica de las muestras. Con la identificación de los tipos de potes (Abiertos (PA), cerrados con burbuja (PCCB), cerrados sin burbuja (PCSB) y abiertos por las abejas para consumo (PAA)) y la caracterización realizada, se evidencia la necesidad de estandarizar la proporción de miel que puede extraerse de cada tipo de pote, con el fin de que tenga menor humedad y mayor concentración de azúcares. Se deben tener en cuenta los tipos de potes para garantizar uniformidad de características en la miel cosechada.

Se establece que el método de extracción con mayor riesgo de contaminación con microorganismos patógenos es el de partición de potes por escurrido ya que en Santander hubo mayor presencia de *Clostridium perfringens* en la miel extractada con este método y en Antioquia *Escherichia coli*. Y el método que obtuvo menor carga microbiana fue el de succión con pipeta pasteur a los potes abiertos en los dos departamentos, esto puede deberse a que los potes abiertos presentan un pH más bajo con respecto a los otros tipos de potes,

Con los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados a miel de abejas *T. angustula*, *M. eburnea* y *Melipona spp*, se muestran diferencias significativas en las características fisicoquímicas de cada una, mientras que con respecto a la carga microbiana se evidencian niveles altos de varios microorganismos que no les permitiría a ninguna de las tres cumplir con la normatividad establecida para mieles de Apis.

Se encontró que los parámetros fisicoquímicos tienen una baja variabilidad en el almacenamiento de la miel, exceptuado Act diastasa, color y HMF que evidenciaron una leve variabilidad a partir de los 100 días de almacenamiento, Mostrando que las mieles de *T. angustula* con respecto a las características fisicoquímicas en las tres temperaturas evaluadas no sufren mayores cambios en el tiempo. Mientras que el análisis microbiológico indica que el 75% de las muestras almacenadas a 28°C están por encima del rango establecido por las normas para mieles en Colombia en *mesófilos* siendo esta temperatura de almacenamiento la que obtuvo el mayor porcentaje de muestras de miel que no cumplían este parámetro y teniendo en cuenta que en la mayoría de las muestras almacenadas en distintas temperaturas, se encontró *Clostridium perfringens* patógeno que la NTC 1273 decreta que en la miel no debe presentarse, siendo la temperatura de almacenamiento de 28°C donde hubo una mayor presencia. Estableciendo de esta manera que las mieles de abejas *T. angustula* poseen cargas variadas de microorganismos surgiendo la necesita de establecer metodologías de almacenamiento y conservación que generen condiciones de calidad de este producto, seguras al consumidor.

Se recomienda realizar una identificación de tipos de potes y verificar que en el momento de la extracción todos los potes sean cerrados sin burbuja o con menos del 5% de potes cerrados con burbuja y de esta manera obtener una miel baja en humedad y con la concentración de azúcares adecuada para la miel de esta especie, con el fin de posteriormente realizarles los métodos de conservación pertinentes.

Con los problemas identificados de elevadas cargas microbianas en la miel, se fundamentó el diseño y desarrollo de una colmena que mejorara la calidad de los productos, aportando una herramienta que facilita el manejo y la extracción de miel, permitiendo verificar con facilidad los tipos de potes en cada alza, pues las alzas cuentan con laminillas donde se ubican los potes con un alineado sencillo evitando la

superposición de estos. Este diseño de colmena, permite un manejo más controlado e inhibe la contaminación cruzada por abuzo en la manipulación de los potes de miel en el momento de la extracción. También permite un crecimiento regulado del nido, logrando llevarla al máximo en el momento de abundancia de floración y reduciéndola en el momento que decrece la floración.

5.2 Recomendaciones

Realizando la comparación de los datos obtenidos en el análisis microbiológico de las mieles de *T. angustula* con la norma establecida para miel de *Apis mellifera*, se observa que son mieles muy diferentes y que no cumplirían con la mayoría de los parámetros exigidos por las normas para esta miel específica. Por ende se deben generar parámetros específicos para la miel de cada especie, en rangos confiables, que permitan al productor adquirir herramientas veraces y comparables con unos reglas que se debe establecer, por una institución certificada.

Se han desarrollado diferentes tipos de colmena para especies de abejas sin aguijón a nivel internacional, solo teniendo en cuenta el desarrollo del nido y la producción de potes, sin hacer relevancia en el manejo que debe hacer el productor o meliponicultor en la extracción de miel, actividades que generan contaminación, por contacto directo y mal manejo. Con estas indicaciones se sugiere que para el desarrollo de colmenas específicas para cada especie se realicen estudios de su comportamiento en los diferentes tipos de nido, el desarrollo máximo e identificar el potencial en productos o servicios.

Se debe continuar con el desarrollo del diseño de la colmena para la especie de abeja sin aguijón *T. angustula*, con el fin de entregar al productor una herramienta eficiente y funcional que garantice y facilite el proceso de extracción de la miel con la menor manipulación posible y que minimice el gasto de material que las abejas utilizar en la construcción de potes.

Se hace necesario continuar con la investigación de métodos de extracción de miel, tratamientos postcosecha de la miel de abejas sin aguijón *T. angustula* y la incidencia que estos métodos tienen directa o indirectamente en las características microbiológicas de este producto.

Se recomienda el desarrollo de investigaciones en miel de las especies *M. eburnea* y *Melipona spp*, ya que tienen características fisicoquímicas diferentes a *T. angustula* y se necesitaría establecer el comportamiento de esta, teniendo en cuenta que esta especie se desarrolla en temperaturas promedio de 26-28°C y su estabilización y conservación es desconocida y siendo estas especies muy valoradas en otros países en Colombia están en vía de extinción. Y esta sería una forma de incentivar la multiplicación de las colmenas encontradas en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Santander, Huila y Boyacá.

Es necesario tener en cuenta que especies de abejas sin aguijón encontradas son de vital importancia para la biodiversidad perteneciente a Colombia. Especies de baja densidad de población y con muy poca producción de miel, como *M. favosa*, *M. grandis*, *Frieseomelitta*, *Plebeia spp*, *Partamona*, *Carga barro*, *Scaptotrigona spp*, *Oxytrigona spp* y algunas especies desconocidas, no es circunstancia, para desecharlas o dejar de resaltarlas, teniendo en cuenta que las políticas colombianas son compatibles con estrategias de una gestión integral en la biodiversidad siendo está patrimonio nacional y de interés de la humanidad, debe ser protegida prioritariamente y aprovechada sosteniblemente, fundamento de la Política Ambiental establecida en la Ley 99 de 1993. Igualmente, desde el punto de vista político y jurídico, este conocimiento de propiedades, componentes y potencial de uso facilitan la vigilancia y el ejercicio de los derechos del país sobre sus recursos. (Conpes 3697 de 2012), queriendo decir que se pueden generar proyectos de investigación productivos, con este recurso descrito.

A. Anexo: Formulario diseñado para recopilar información de meliponarios y meliponicultores.



PROGRAMA ESTRATÉGICO EN ALTERNATIVAS PARA LA GENERACIÓN DE VALOR EN PRODUCTOS APÍCOLAS EN COLOMBIA A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO



PROYECTO 3: "RECONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOACTIVAS DE MIELES DE ABEJAS NATIVAS DE COLOMBIA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA SU CONSERVACIÓN Y EMPAQUE".

FORMATO No. 1: DESCRIPCIÓN DEL MELIPONARIO

DEPARTAMENTO Santander MUNICIPIO _____
 VEREDA morros NOMBRE DE LA FINCA _____
 NOMBRE DE MELIPONARIO _____ NOMBRE DEL MELIPONICULTOR _____
 COORDENADAS GEOGRÁFICAS _____ CLIMA DE LA ZONA _____
 ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR _____
 LLEVA REGISTROS DE CONTROL DE LOS NIDOS SI NO LLEVA REGISTROS DE CONTROL DE LOS NIDOS SI NO

DESCRIPCIÓN DE LA FLORA CERCANA AL MELIPONARIO

FLORA NATIVA	NOMBRE COMÚN	FECHA DE FLORACIÓN
Arboles		
Arbustos		
Otros:		

CULTIVOS TRANSITORIOS

Maiz		
Frijol		
Aromáticas		
Hortalizas		
Otros:		

CULTIVOS PERMANENTES

Cítricos		
Café		
Cacao		
Aguacate		
Granadilla		
Maracuyá		
Otros:		

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS PRE Y POSTCOSECHA DE LA MIEL DE ESPECIES DE ABEJAS SIN AGUIJÓN



PROGRAMA ESTRATÉGICO EN ALTERNATIVAS PARA LA GENERACIÓN DE VALOR EN PRODUCTOS APÍCOLAS EN COLOMBIA A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

PROYECTO 3: "RECONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOACTIVAS DE MIELES DE ABEJAS NATIVAS DE COLOMBIA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA SU CONSERVACIÓN Y EMPAQUE".



INFORMACIÓN DEL NIDO

Natural: Construcción natural, ubicación buscada por las abejas sin ninguna manipulación del hombre; (suelo, paredes, troncos, techos, etc)

Rústico: Ubicadas en objetos naturales con manipulación parcial por el hombre

Tecnificado: Cajones convencionales, racionales construidas por el hombre con medidas específicas.

Indique al frente de cada especie, la cantidad de nidos de cada tipo que maneja en el meliponario:

ESPECIE DE ABEJAS	Cantidad de nidos naturales	DESCRIPCIÓN	Cantidad de nidos rústicos	DESCRIPCIÓN	Cantidad de nidos tecnificados	DESCRIPCIÓN Y MEDIDAS (ALTO, ANCHO Y LARGO)
<i>Tetragoniscaangustula</i> (angelita, virgencita, española)		Foto:		Foto:		Foto:
<i>Paratrigona</i>		Foto:		Foto:		Foto:
<i>Nanotrigona</i>		Foto:		Foto:		Foto:
<i>Meliponaeburnea</i>		Foto:		Foto:		Foto:
<i>Meliponaalazana</i>		Foto:		Foto:		Foto:
<i>Meliponafaciata</i>		Foto:		Foto:		Foto:
<i>Meliponagrands</i>		Foto:		Foto:		Foto:
Otra, ¿Cuál?		Foto:		Foto:		Foto:



PROGRAMA ESTRATÉGICO EN ALTERNATIVAS PARA LA GENERACIÓN DE VALOR EN PRODUCTOS APÍCOLAS EN COLOMBIA A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

PROYECTO 3: "RECONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOACTIVAS DE MIELES DE ABEJAS NATIVAS DE COLOMBIA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA SU CONSERVACIÓN Y EMPAQUE".



FORMATO No. 2: MANEJO DEL MELIPONARIO EN LA COSECHA

Indique al frente de cada especie, la cantidad de miel por año que extrae de acuerdo con el tipo de nido y el método de extracción empleado:

ESPECIE DE ABEJAS	Cantidad de miel extraída de nidos naturales				Cantidad de nidos rústicos				Cantidad de nidos tecnificados			
	Escurreido	Compresión de potes	Pipeta	Otro	Escurreido	Compresión de potes	Pipeta	Otro	Escurreido	Compresión de potes	Pipeta	Otro
<i>Tetragonisca angustula</i> (angelita, virgencita, española)												
<i>Paratrigona</i>												
<i>Nanotrigona</i>												
<i>Melipona eburnea</i>												
<i>Melipona alazana</i>												
<i>Melipona fasciata</i>												
<i>Melipona grandis</i>												
Otra, cual?												
Especifique cuál es el otro método de extracción empleado:												

Marque con una X los implementos que emplea en el momento de la cosecha: Guantes Tapa bocas Gorro Bata Botas

Marque con una X el tipo de envase que usa para la cosecha de miel: Cuñete blanco Cuñete de color Balde Olla de acero inoxidable Olla de otro material
Otro, ¿Cuál?: _____

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS PRE Y POSTCOSECHA DE LA MIEL DE ESPECIES DE ABEJAS SIN AGUIJÓN



PROGRAMA ESTRATÉGICO EN ALTERNATIVAS PARA LA GENERACIÓN DE VALOR EN PRODUCTOS APÍCOLAS EN COLOMBIA A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

PROYECTO 3: "RECONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOACTIVAS DE MIELES DE ABEJAS NATIVAS DE COLOMBIA Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA SU CONSERVACIÓN Y EMPAQUE".



Marque con una X si el proceso descrito corresponde con el que se lleva a cabo para la cosecha de la miel: Una persona trae la colmena, la destapa, saca los potes y extrae la miel
 Una persona trae la colmena, la destapa, saca los potes y la otra extrae la miel

Describe cómo es el proceso de extracción de la miel:

Describe el lugar en donde se realiza la extracción de la miel:

FORMATO No. 3: MANEJO DE LA MIEL POSCOSECHA

Marque con una X de acuerdo con cada caso:

Usa filtro para la cosecha de la miel: Sí No

Decanta la miel después de la cosecha: Sí No Si decanta, ¿Por cuánto tiempo? _____

¿Almacena la miel cosechada? Sí No

¿Refrigera la miel cosechada (4°C)? Sí No Otro, ¿Cuál? _____

¿Trata con calor la miel cosechada? Sí No Otro, ¿Cuál? _____

¿Qué tipo de envase utiliza para empaquetar la miel? Vidrio de boca angosta con tapa Vidrio con gotero Plástico con gotero
 Vidrio de boca ancha Plástico de boca ancha

¿Qué tipo de comercialización utiliza? Venta por mayor Venta al detal Tiendas Naturistas Directo al consumidor
 ¿Conoce el tipo de uso que el consumidor le da a la miel? No lo conoce Medicinal Alimento Alimento y medicinal
 Otro, ¿Cuál? _____

B. Anexo: Cantidad de colmenas por especie de abeja sin aguijón, localizadas en los meliponarios de los departamentos encuestados.

Tabla 5-1: Cantidad de colmenas y meliponarios por especie de abejas sin aguijón.

Departamento	No meliponarios	Cantidad de nidos por especie de abeja													
		<i>T angustula</i>	<i>M eburnea</i>	<i>M favosa</i>	<i>M grandis</i>	<i>Melipona sp</i>	<i>Paratriona</i>	<i>Nanotrigona</i>	<i>Friesom e-lita</i>	<i>Plebeia spp</i>	<i>Partamona</i>	<i>Carga barro</i>	<i>Scaptotrigona spp</i>	<i>Oxytrigona spp</i>	<i>Desconocida</i>
Santander	9	11					6	3	1						
		44					45								
		7	7		1										
		5					5								
		2					3	3							
							3	3							
		13					6	1							
		3					4	3							
		13					9	4		1					
Huila	3	17	1	1					1						
		22													
		12	5	6											
Boyacá	4	18													
		15													
		12	4												
Antioquia	6	1	1												
		225	6								12				
			26		4										
		6	5												
		6	2												
Caldas	2	16	4												
		7	3							1		2	1	1	
		15	2									5			
Cundinamarca	4	5													
		9	3				1	3							
		1						5		3		6			
		8	3									3			
Magdalena	14	6	6				2	7				2		1	
		6													
		8													
		6						1		3					
		6													
		5													
		4													
		5													
		6													
		6													
		18													
		12													
		5													
		5													
4															
Total Colmenas		595	78	7	1	4	84	33	2	5	3	12	18	1	2

C. Anexo: Evaluación de diferencias presentadas en la miel almacenada en los cuatro tipos de potes identificados para colmenas de la especie *T. angustula*.

Tabla de análisis de varianza de un diseño factorial con dos factores (número de colmena y tipo de pote)

Statistix 8.0
10:45:45

07/11/2013,

Analysis of Variance Table for °Brix

Source	DF	SS	MS	F	P
Colmenas	4	49.582	12.3954	29.27	0.0000
TPote	3	59.622	19.8739	46.93	0.0000
Error	52	22.022	0.4235		
Total	59	131.226			

Grand Mean 74.258 CV 0.88

Analysis of Variance Table for Humedad

Source	DF	SS	MS	F	P
Colmenas	4	31.470	7.8674	17.86	0.0000
TPote	3	76.315	25.4382	57.76	0.0000
Error	52	22.901	0.4404		
Total	59	130.685			

Grand Mean 23.812 CV 2.79

Analysis of Variance Table for pH

Source	DF	SS	MS	F	P
Colmenas	4	0.60267	0.15067	3.15	0.0216
TPote	3	6.66983	2.22328	46.44	0.0000
Error	52	2.48933	0.04787		
Total	59	9.76183			

Grand Mean 4.8717 CV 4.49

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS PRE Y POSTCOSECHA DE LA MIEL DE ESPECIES DE ABEJAS SIN AGUIJÓN

Test de comparación múltiple de Tukey HSD.

Statistix 8.0
11:48:40

07/11/2013,

Comparación Tipo de pote con promedio de los grados °Brix.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Brix for Colmenas

Colmenas	Mean	Homogeneous Groups
2	75.817	A
1	74.642	B
5	73.875	C
4	73.792	C
3	73.167	D

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1444
 Critical Q Value 4.040 Critical Value for Comparison 0.4126
 Error term used: Error, 40 DF
 There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Brix for TPote

TPote	Mean	Homogeneous Groups
4	75.313	A
3	74.847	B
2	74.200	C
1	72.673	D

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1292
 Critical Q Value 3.791 Critical Value for Comparison 0.3463
 Error term used: Error, 40 DF
 All 4 means are significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Brix for Colmenas*TPote

Colmenas	TPote	Mean	Homogeneous Groups
2	3	76.633	A
2	4	76.167	AB
2	2	75.633	ABC
5	4	75.500	BCD
1	4	75.167	BCDE
4	4	75.167	BCDE
1	3	75.000	CDE
5	3	75.000	CDE
2	1	74.833	CDE
1	2	74.700	CDEF
3	4	74.567	CDEF
4	2	74.500	DEFG
4	3	74.167	EFG
1	1	73.700	FG
5	2	73.667	FG

3	3	73.433	GH
3	2	72.500	HI
3	1	72.167	IJ
4	1	71.333	J
5	1	71.333	J

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.2889
 Critical Q Value 5.352 Critical Value for Comparison 1.0932
 Error term used: Error, 40 DF
 There are 10 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Humedad for Colmenas

Colmenas	Mean	Homogeneous Groups
4	24.642	A
3	24.158	AB
5	24.025	B
1	23.753	B
2	22.483	C

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1793
 Critical Q Value 4.040 Critical Value for Comparison 0.5122
 Error term used: Error, 40 DF
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Humedad for TPote

TPote	Mean	Homogeneous Groups
1	25.393	A
2	24.280	B
3	23.156	C
4	22.420	D

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1604
 Critical Q Value 3.791 Critical Value for Comparison 0.4300
 Error term used: Error, 40 DF
 All 4 means are significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Humedad for Colmenas*TPote

Colmenas	TPote	Mean	Homogeneous Groups
4	1	26.667	A
5	1	26.333	A
3	1	25.733	AB
3	2	25.600	ABC
1	1	24.500	BCD
4	2	24.333	CDE
4	3	24.333	CDE

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS PRE Y POSTCOSECHA DE LA MIEL DE ESPECIES DE ABEJAS SIN AGUIJÓN

5	2	24.333	CDE
1	2	23.867	DE
2	1	23.733	DE
1	3	23.480	DEF
2	2	23.267	DEF
4	4	23.233	DEF
5	3	23.233	DEF
1	4	23.167	DEF
3	3	23.133	EF
5	4	22.200	FG
3	4	22.167	FG
2	3	21.600	G
2	4	21.333	G

Bibliografía

- Aguilar, I. 1999. El Potencial de las Abejas Nativas Sin Aguijón (Apidae: Meliponinae) en los Sistemas Agroforestales En: Memorias del VI Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Cali, Colombia.
- Aguilar, I. 2001. Cómo manejar abejas nativas sin aguijón (*Apidae: Meliponinae*) en sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas 8. Disponible en http://web.catie.ac.cr/informacion/RAFA/rev31/rescomo_h2.htm
- Aguilar, I; Herrera, E; Zamora, G. 2013. Stingless Bees of Costa Rica. En: Vit P, Pedro SRM, Roubik DW, editors. Pot-Honey: A Legacy of Stingless Bees. Berlin. Springer Verlag. p. 113-124.
- Alfaro, R; González, J; Ortiz, J; Viera, F; Burgo, Ana; Martínez, E y Ramírez, E. 2010. Caracterización palinológica de las mieles de la península de Yucatán. Printed in Merida, Mexico. ISBN: 978-607-7573-42-5. 156 p.il
- Almeida-Muradian, L. 2009. Qualidade dos produtos apícolas e otimizaçãoquimiométrica dos métodos de análise do mel por espectroscopia no infravermelho (FT-IR ATR). Tese de Livre-Docência, Faculdade de Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, Brasil, 119 pp.
- Almeida-Muradian, L. 2013. Chapter 26. *Tetragonisca angustula* Pot-Honey Compared to *Apis mellifera* Honey from Brazil En Vit, P; Pedro, S and Roubik, D. 2013. Pot-Honey, A legacy of stingless bees. Springer Science+Business Media New York. 417-427.
- Ampuero, S; Bogdanov, S y Boset, J. 2004. Classification of unifloral honeys with an MS-based electronic nose using different sampling modes: SHS, SPME and INDEX. European Food Research Technology 218:198–207.

- Anacleto, D; Souza, B; Marchini, L y Moreti, A. 2009. Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula* latreille, 1811). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 29(3): 535-541. ISSN 0101-2061.
- Anchalee, S; Pilanee, V; Sukantaros, T. 2012. Comparative composition of honey from Thai stingless bee and European honeybee (*Apis mellifera* L). Proceedings of the 47th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart, 17-20 March, 2009. Subject: Plants 2009 pp. 139-144. ISBN 978-974-660-328-7.
- Andrews, J. 2001. Determination of minimum inhibitory concentrations. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 48, suppl. S1, 5-16.
- Ángeles, C; Román, A. 2002. La producción apícola en México. Seminario de Historia de la Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. Association of Analytical Communities International. Washington, DC, USA. 1298 pp.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 2005. *Official Methods of Analysis*. AOAC International; Washington, USA.
- Araújo, A; Fontenele, M; Mota, P; Dantas, F y Verruma-bernadi, M. 2000. Análise sensorial de água de coco in natura em comparação à pasteurizada. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 17. Fortaleza, 2000. Anais. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. v.1, p. 3.44.
- Arcila, P., J. 2007. Crecimiento y desarrollo de la planta de café, I. En: Arcila P; Farfán V; Moreno, B; Salazar G; Hincapié G. *Sistemas de producción de café en Colombia*. Chinchiná, Cenicafé, 309 p. Cap II, pag. 21-60.
- Austin, J; Arlington, V. 2002. Estudio del Mercado Nacional para productos de la Apicultura. Chemonics International, Washington D.C.

- Álvarez-Suarez, J; Tulipani, S; Díaz, D; Estevez, Y; Romandini, S; Giampieri, F; Damiani, E; Astolfi, P; Bompadre, S y Battino, M. 2010. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology* 48 (8-9), 2490-2499.
- Ayala, R; González, V; Engel, M. 2013. Mexican stingless bees (Hymenoptera: Apidae): diversity, distribution and Indigenous knowledge. En: Vit P, Pedro SRM, Roubik DW, editores. *Pot-Honey: A Legacy of Stingless Bees*. Berlin. Springer Verlag. p. 135-152.
- Baquero, L; Stamatti, G. 2007. Cría y Manejo de Abejas sin aguijón, Pro Yungas, ediciones Subtrópico. Tucumán Argentina, C. 35.
- Bansal, V; Medhi, B; Pandhi, P. 2005. Honey—A remedy rediscovered and its therapeutic utility. *Kathmandu University Medical Journal*; 3:305-9.
- Barros, J. 1994. Genética da capacidade de produção de mel com Abelhas *Melipona scutellaris*, com meliponicultura migratoria e su adaptabilidade no Sudeste do Brasil. Tesis de Maestría. Jaboticabal, BR, UNESP.
- Benedetti, S; Mannino, S; Sabatini, A y Marcazzan, G. 2004. Electronic nose and neural network use for the classification of honey. *Apidologie* 35:397–402.
- Biesmeijer, J. 1997. Abejas sin aguijón. Elinkwijk BV Utrecht, the Netherlands, 77 pp.
- Blanche, K; Ludwig, J y Cunningham, S. 2006. Proximity to rainforest enhances pollination and fruit set in orchards. *Journal of Applied Ecology* 43:1182-1187.
- Bogdanov, S; Martin, P y Lüllmann, C. 1997. Harmonized Methods of the European Honey Commission. *Extra Issue Apidologie*. 62 pp.
- Bogdanov, S; Martin, P y Lüllmann, C. 1997. Harmonized methods of the European Honey Commission: Determination of sugars by HPLC. *Apidologie*, APIDGB5, Extra issue: pp. 1-59.

- Brasil. 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Legislação. SisLegis-Sistema de Consulta à Legislação. Instrução Normativa n.11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Available at: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta>.
- Brown, J y Albrecht, C. 2001. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. *Journal of Biogeography* 28:623-634.
- Buchman, S; Ascher, J. 2005. The plight of pollinating bees. *Bee World*, 86: 71-74p.
- Bulut, L. & M. Kilic. 2009. Kinetics of hydroxymethylfurfural accumulation and color change in honey during storage in relation to moisture content. *Journal of Food Processing and Preservation* 33, 22–32.
- Bustillo, P. 2002. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Boletín Técnico No 24, Cenicafé. Chinchiná (Colombia). 40 p.
- Caballero, A; Leyva, V; Martino, T; Puig, Y; Fernández, E; García, M; García, G; Rubí, I; Marcías, C; Mosquera, D; Bécquer, A; Díaz, T; Cardona, M y Morejón, P. 2008. Temas de Higiene de los alimentos, editorial ciencias médicas. El Vedado, Ciudad de La Habana, CP 10400, Cuba. ISBN 978-212-363-2, [x] 382p.
- Cabrera, G; Nates, G. 1999. Uso de las abejas por comunidades indígenas: Los Nukak y las abejas sin aguijón. Encuentro IUSI Bolivariana (3, 1999, Bogotá). Memorias. Bogotá, Co, Universidad Nacional de Colombia y Fondo FEN Colombia. p. 59-70.
- Camargo, J; Moure, J y Roubik, D. 1988. *Melipona-Yucatanica* New Species (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) - Stingless Bee Dispersal across the Caribbean Arc and Post-Eocene Vicariance. *Pan-Pacific Entomologist* 64:147-157.
- Camargo, J y Pedro, S. 2013. Meliponini Lepeletier, En: Moure JS, Urban D, Melo GAR, Orgs. Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. 1836. Online version. Disponible en: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>

- Carmona, A. 2010. Manual para Productores sobre el Manejo de las Abejas Sin Aguijón, Universidad Veracruz, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. México, 54-60p
- Carreck, N. y Williams, I. 1998. The economic value of bees in the UK. *Bee World*, 79: 115-123
- Carrero, P; Rondón, C; Saavedra, AR; Vit, P. 2013. A study of Hg and Pb content in pot-honey (Apidae: Meliponini). In Vit P & Roubik DW, eds. Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots. pp. 1-5. Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes; Mérida, Venezuela. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/35292>
- Cauich, O; Quezada, J; Reyes, V; Medina, S; Parra, V. 2004. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicum esculentum*) in subtropical México. *Horticultural Entomology* 97(2): 475-481.
- Clavijero, F. 1945. Historia antigua de México. Ed. Porrúa, México, D.F. 500 p
- Codex stan 12-1981. 2001. Norma para la Miel adoptada en 1981. Revisiones en 1987 y 2001, Página 1 de 9, 1-9.
- Coll Cardenas, F; Villat, C; Laportr, G; Noia, M. 2008. Microbial characteristic of honey. A Review Introduction, 29-34.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1984. Miel de Abejas. COVENIN 2191-84, CT 10 S/14, Caracas (in Spanish).
- Cohn, D. 2005. Xunan kab, the stingless bees of the Yucatan: Preserving meliponiculture in Mayan communities - Part two of two parts. *American Bee Journal* 145:724-728.
- Copa-Avaro, María. 2004. Patrones de nidificación de *Trigona* (*Tetragonisca*) *angustula* y *Melipona rufiventris* (Hymenoptera: Meliponini) en el norte de la Paz, Bolivia. *Ecol. apl*, vol.3, n.1-2, pp. 82-86. ISSN 1726-2216.

- Cortopassi-Laurino, M; Imperatriz-Fonseca, V; Roubik, D; Dollin, A; Heard, T; Aguilar, I y col. 2006. Global meliponiculture: challenges and opportunities. *Apidologie*. 2006; 37:275- 292.
- Crane, E. 1990. *Bees and beekeeping*. Heinemann Newnes, Oxford. 614p.
- Da-Silva, G; Lopes, C; Oliveira, A; De-Oliveira, R y De-Almeida, B. 2008. Perfil sensorial e aceitabilidade de méis de abelhas sem ferrão submetidos a processos de conservação. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, 28(Supl.): 72-77, ISSN 0101-2061.
- Darchen, R. 1974. Ah Mucen Kab (La divine abeille rouge). *Revue Française D'Apiculture* 321: 262-264.
- Dardón, M; Yurrita, C; Enríquez, E. 2005. Análisis Físicoquímico y Antibacteriano de Miel de *Melipona Beecheii* de Guatemala. Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología –LENAP, USAC. Guatemala.
- Dardón, M; Enríquez, E. 2008. Caracterización Físicoquímica y Antimicrobiana de la Miel de nueve Especies de Abejas sin aguijón (*Meliponini*) de Guatemala. Dec, 2008, vol. 33 N° 12.
- De la Rua, P; May-Itza, W; Serrano, L & Quezada-Euan, J. 2007. Sequence and RFLP analysis of the ITS2 ribosomal DNA in two neotropical social bees, *Melipona beecheii* and *Melipona yucatanica* (Apidae, Meliponini). *Insectes Sociaux* 54:418-423.
- De-Paiva, C; De- Queiroz, H; Mendes, E; Sousa, G y Fonseca, A. 2010. Vida de prateleira do mel produzido por abelhas africanizadas. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.4, n.1, p.55-58,
- De-Souza, W; Mendes, E; De-Paiva, K; De-Barros, F; De-Oliveira, V; Ribeiro, C y Dos-Santos, M. 2010. Parâmetros físico-químicos do mel de abelha sem ferrão (*Melipona subnitida*) APÓS tratamento térmico. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.4, n.3, p.153-157.

- Demera, J; Angert, E. 2004. Comparison of the antimicrobial activity of honey produced by *Tetragonisca angustula* (Meliponinae) and *Apis mellifera* from different phytogeographic regions of Costa Rica. Departments of Entomology and Microbiology, Cornell University, Ithaca, NY 14853, USA
- Duran, A; Días, C. 2012. Caracterización reológica de la miel de abejas de *Apis mellifera* y de especies nativas procedente de cuatro regiones de Colombia.
- Drummond, M. 2011. Maturação do mel de abelhas nativas sem ferrão: novo panorama de consumo no mercado gastronómico. Universidade Federal do Maranhão/Departamento de Biologia, Av. dos Portugueses, Campus do Bacanga, 65.0066-300, Tel: (98) 3301-8543; murilosd@uol.com.br.
- Eardley, C; Roth, D; Clarke, J; Buchmann, S y Gammil, B. 2006. Pollination and Pollinators: a resource book of policy and practice. African Pollinator Initiative (API). First Edition. 92 p.
- Enríquez, M; Yurrita, C; Dardón, M. 2006. Biología y Reproducción de Abejas Nativas sin aguijón, Universidad de San Carlos de Guatemala-USAC, Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología-LENAP, 18-40.
- Franck, P; Cameron, E; Good, G; Rasplus, J & Oldroyd, P. 2004. Nest architecture and genetic differentiation in a species complex of Australian stingless bees. *Molecular Ecology* 13:2317-2331.
- Falchetti, A. 1997. La ofrenda y la semilla: nota sobre el simbolismo del oro entre los Uwa. *Boletín del Museo del Oro* 43:3-37.
- Falchetti, A; Nates, G. 2002. Las hijas del sol: Las abejas sin aguijón en el mundo Uwa, Sierra Nevada del Cocuy, Colombia. In *Rostros Culturales de la Fauna. Colombia*, Instituto Colombiano de antropología e historia y Fundación Natura. p. 175-214.
- Fallico, B; Zappalà, M; Arena, E y Verzera, A. 2004. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85(2): 305-313.

- Finola, M; Lasagno, M; Marioli, J. 2007. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry* 100, 1649–1653.
- Flórez, J. 2002. Biodiversidad funcional en cafetales: el rol de la diversidad vegetal en la conservación de abejas y el papel de estas en la producción de café. Turrialba (Costa Rica) CATIE. 105 p.
- Fonseca, V; Kleinert, A; Cortopassi, M; Ramalho, M. 1984. Hábitos de colecta de *Tetragonisca angustula* Latreille (Himenóptera, Apidae, Meliponinae). *Bolm Zool Univ. S Paulo*, 8, 115-131.
- Fuenmayor C, Díaz C, Zuluaga C, Quicazán M. 2013. Chapter 27. Honey of Colombian stingless bees: Nutritional characteristics and physicochemical quality indicators. En: Vit P, Pedro S, Roubik D. (Eds.). *Pot-Honey. A legacy of stingless bees*, Springer, New York, USA, pp. 383–394.
- Gamboa, M; Figueroa, J. 2008. Comportamiento bactericida de mieles de *Apis mellifera* Y *Tetragonisca angustula*. *Zootecnia*, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. mvgamboaa@unal.edu.co.
- Gamboa, M y Figueroa, J. 2009. Poder antibacterial de mieles de *Tetragonisca angustula*, valorada por concentración mínima inhibitoria. *Acta Biológica Colombiana* 14 (2), 97-106.
- Genaro, J. 2007. *Las Abejas (Himenóptera : Apoidea : Anthophila)*. York University, Department Biology, 4700 Keeled Street, Toronto, 40, 247–254.
- Giraldo, C; Rodríguez, F; Chamorro, D; Obregón, P; Montoya, N; Ramírez, V; Solarte, G y Nates, P. 2011. Guía ilustrada de polen y plantas nativas visitadas por abejas. Cundinamarca, Boyacá, Santander, Sucre, Atlántico y Sierra Nevada de Santa Marta. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Laboratorio de Investigaciones en Abejas-LABUN. 230 pp.

- Gonzales, A; Burin, L y Buera, M. 1999. Color changes during storage of honeys in relation to their composition and initial color. *Food Research International* 32, 185-191.
- González, V. y Engel, M. 2004. The tropical andean bee fauna (Insecta: Hymenoptera: Apoidea) whit examples from Colombia. *Entomologische Abhandlungen*, 62(1): 65-75.
- González, J. 2008. Cría y manejo de abejas nativas sin aguijón en México. Planeta Impresores. México. 177p.
- Greenleaf, S y Kremen, C. 2006. Wild bee specie increase tomato production and repond differently to surrounding land use in Northern California. *Biological Conservation* 133:81 – 87.
- Guzmán, M y col. 2003. Biología, Manejo y Conservación de las abejas nativas sin aguijón. Colegio de la Frontera Sur, Universidad Autónoma de Chiapas y Conservation International México, A.C. México.
- Guzmán-Novoa, E; Correa, A; Espinosa, L; Guzmán, G. 2011. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. School of Environmental Sciences, University of Guelph, Guelph, Ontario, N1G 2W1, Canadá. *Vet. Méx.*, 42 (2)
- Halcroft, M; Spooner-Hart, R; Haigh, A; Heard, T; Dollin, A.2013. The Australian stingless bee industry: a follow-up survey, one decade on. *J Apic Res.* 52(2):1-7.
- Hamillton, A; Basset, Y; Benke, K; Grimbacher, P; Miller; S; Novotny, V; Samuelson, G; Stork, N; Weiblen, G y Yen, J. 2010. Quantifying Uncertainty in Estimation of Tropical Arthropod Species Richness. *The American Naturalist* 176 (1): 90-95.
- Heard, T. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. *Annual Review of Entomology* 44: 183–206.
- Heinrich, B. y Raven, P. 1972. Energetics and pollination. *Science* 176: 597-602.

- Hebert, P; Ratnasingham, S y Waard, J. 2003. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 270:S96-S99.
- Hernández, D; Gamboa, M y Figueroa, J. 2009. Evaluación de la actividad bactericida y la carga microbiológica de mieles de *Tetragonisca angustula* y *Melipona sp.* Financiado por Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Universidad Nacional de Colombia, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 22:3. Pp 481.
- Hogue, C. 1993. *Latin American insects and entomology*. Berkeley, University of California Press.
- Huang, D., B. Ou & R.L. Prior. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53 (6), 1841-1856.
- ICMSF. 2002. *Microorganisms in Foods 7: Microbiological Testing in Food Safety Management*. Kluwer Academic/Plenum publishers, New York.
- Icontec. 2000. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. Microbiología de alimentos y alimentos para animales. *Método horizontal para el recuento de Clostridium sulfito reductores e identificación de Clostridium perfringens*. Técnicas de recuento de colonias. NTC 4834. Bogotá D.C., Instituto Icontec, 15 p.
- Icontec. 2002. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. Microbiología de alimentos y alimentos para animales. *Método horizontal para el recuento de bacterias mesófilas del ácido láctico*. Técnicas de recuento de colonias a 30°C. NTC 5034. Bogotá D.C., Instituto Icontec, 10 p.
- Icontec. 2007a. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. *Método horizontal para el recuento de coliformes o Escherichia coli o ambos*. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o clorogénicos. NTC 4458. Bogotá D.C., Instituto Icontec, 12 p.

- Icontec. 2007b. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. Microbiología de alimentos y alimentos para animales. *Método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa positiva (Staphylococcus aureus y otras especies)*. NTC 4779. Bogotá D.C., Instituto Icontec, 25 p.
- Icontec. 2007c. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. *Método horizontal para la detección de Salmonella spp.* NTC 4574. Bogotá D.C., Instituto Icontec, 33 p.
- Icontec. 2009a. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. *Método horizontal para la enumeración de mohos y levaduras. Parte 2: Técnica de recuento de colonias en productos con actividad acuosa (Aw) inferior o igual a 0,95.* NTC 5698-2. Bogotá D.C., Instituto Icontec, 12 p.
- Icontec. 2009b. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. *Método horizontal para el recuento de microorganismos.* Técnica de recuento de colonias a 30°C. NTC 4519. Bogotá D.C., Instituto Icontec, 12 p.
- Instituto Español de Comercio Exterior, 2005. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Bogotá. El sector de productos naturales en Colombia. Bogotá, 46 p.
- Irish, J; Carter, D; Blair, S & Heard, T. 2008. Antibacterial activity of honey from the Australian stingless bee *Trigona carbonaria*. *International Journal of Antimicrobial Agents* 32:89-90.
- Jara, F. 1996. La miel y el aguijón: taxonomía zoológica y etnobiología como elementos en la definición de las nociones de género entre los Andoke (Amazonía Colombiana). *Journal de la Société des américanistes* 82:209-258.

- Jaramillo, A. 2012. Efecto de las abejas silvestres en la polinización del café (*Coffea arabica*: Rubiaceae) en tres sistemas de producción en el Departamento de Antioquia. Tesis de Magister en Entomología. Universidad Nacional de Colombia.
- Kearns, C; Inouye, D; and Waser, N. 1998 Endangered Mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. *Annu.Rev.Ecol. Syst.* 29:83-112
- Kerr We, C; Silva, A, Assist, M. 2001. Aspectos puoco mencionados da biodiversidade amazonica. *Parcerias estratégicas, Brasilia, Brasil No p 12: 20-41.*
- Kevan, P; Eisikowitch, D; Kinuthia, W; Martin, P; Mussen, E; Partap, U; Taylor, O; Thomas, G; Thorp, R; Vergara, C y Winter, K. 2007. High quality bee products are important to agriculture: why, and what needs to be done. *Journal of Apicultural Research* 46(1): 59-64.
- Kremen, C y Chaplin-Kramer, R. 2007. Insects as providers of ecosystem services: crop pollination and pest control. In: *Insect Conservation and Biology*, Eds. A.J.A. Stewart, T.R: New and T. O. Lewis. The Royal entomological Society, London, UK.
- Lammertyn, J; Veraverbeke, E y Irudayaraj, J. 2004. Nose technology for the classification of honey based on rapid aroma profiling. *Sensors and Actuators B* 1:54–62.
- Langstroth, L. 1853. *Langstroth on the hive and the honey-bee. A bee keeper's manual.* Hopkins, Bridgman, Northampton. 566 pp.
- Maeta, Y; Tezuka, T; Nadano, H; Suzuki, K. 1992. Utilization of the Brazilian stingless bee *Nannotrigona perilampoides* as pollinator of strawberries. *Honey Science* 13:71-75.
- Martínez, T. 2006. "Diagnóstico de la Actividad Apícola y la Crianza de Abejas en Colombia". Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Mc Gregor S. 1984. *Apicultura en Estados Unidos.* Editorial Limusa.

- Medina, C. 1992. Contribución al conocimiento de algunos aspectos ecológicos en relación a la flora apícola explotada por abejas europeas (*Apis mellifera ligustica*, Spinola), abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*, Lepeletier) e híbridos en el Soconusco, Chiapas. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias de la UNAM, 154 p.
- Michener, A. 1995. Phylogenetic studies of the families of short-tongued bees. Univ. Kansas. Sci.Bull. 55: 377-424.
- Michener, C. 2000. The Bees of the World. , Baltimore, Maryland. Murray, T.E., U. Fitzpatrick, M.J.F. Brown, & R.J. Paxton. 2008. Cryptic species diversity in a widespread bumble bee complex revealed using mitochondrial DNA RFLPs. Conservation Genetics 9:653-666.
- Michener, C. 2007. The bees of the world. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London. p. 913.
- Miembros de la Asociación de Productores de Yateí de Misiones (APYM); Rovira, C; Tschirsch, J; Schvezov, C. 2005. Características y cría de las yateí y otras meliponas. Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT).
- Miquelena, E; Piccirillo, G; Rodríguez. 2010. Influence of comb age on some physical-chemical properties of honeys produced by African bees. Universidad de Zulia, Facultad de Agronomía, Dto. de Química.
- Moguel, Y; Echazarreta, C; Mora, R. 2004. Calidad fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración. CE-Mocochá, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calle 8A No. 215 x 1 y 3A. Vista Alegre Norte CP 97130, Mérida, Yucatán. moguel.yolanda@inifap.gob.mx. Correspondencia al primer autor.
- Muniozguren, O. 2008. Capacitación en Meliponicultura de la Población de Poço Redondo, (Sergipe, Brasil) Proyecto.
- NTC 1273, C. N. T. (n.d.). Norma técnica colombiana NTC 1273.

- Nates, G. 1995 Las abejas sin aguijón del género *Melipona* (Hymenoptera: Meliponinae) en Colombia. Bol Mus Ent Univ Valle. 3(2):21-33.
- Nates, G. 2001. Las Abejas sin aguijón Del Genero *Melipona* (*Himenóptera: Meliponinae*) En Colombia. Dpto. Biología, Universidad Nacional, A.A. 14490 Bogotá - Colombia, 3(2), 21-33.
- Nates, G. 2005. Foro Abejas silvestres y polinización. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). 7 5, 7-20p.
- Nates, G. 2006. Abejas corbiculadas de Colombia. Himenóptera: Apidae, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia.15-16p.
- Nates, P; Palacios, P; Parra, A. 2008. Efecto del cambio del paisaje en la estructura de la comunidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae) en Meta, Colombia.
- Nates, G. 2009. Foro Abejas silvestres y polinización. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica), N o. 7 5, 7-20.
- Nates, G; Rosso, J. 2013. Diversidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera:Meliponini) utilizadas en meliponicultura en Colombia. Acta biol. Colomb. 18(3):415-426.
- Nogueira-neto, P; Carvalho, A y Antunes, H. 1959. Efeito da exclusão dos insectos polinizadores na produção du café Borbón. Bragantia (Brasil) 18 (29): 441 – 468.
- Nogueira-neto, P. 1997. Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão. (P. Ltda, G. Fotolito, & IMPRESSO, Eds.) (Copyright.). Brasil, Sau Paulo.
- Norma Técnica Colombiana NTC1273. 2007. Miel de abejas. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación ICONTEC. Apartado 14237, Bogotá. Segunda actualización.
- Norma Mexicana, NMX-F-036-1997 ALIMENTOS-MIEL-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.

- Oddo, L; Heard, Rodríguez - Malaver, A; Perez, R; Fernández - Muino, M; Sancho, M; Sesta, G; Lusco, L & Vit, P. 2008. Composition and Antioxidant Activity of *Trigona carbonaria* Honey from Australia. *Journal of Medicinal Food* 11:789-794.
- Oliveira, R; Franco Nunes, F; Sorraggi, A; Vasconcelos, S; Roubik, D; Goulart, L & Kerr, W. 2004. Genetic divergence in *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera, Meliponinae, Trigonini) based on rapd markers. *Genetics and Molecular Biology*, 27(2), pp.181-186. Rosana de Cássia Oliveira.
- Padilla, F; Puerta, Flores, F and Bustos, M. 1992. Bees, Apiculture and the New-World. *Archivos De Zootecnia*, Vol 41, No 154 (Extra) 1992:563-567.
- Pedro, S y Camargo, J. 2009. Neotropical Meliponini: the genus *Leurotrigona* Moure - two new species (Hymenoptera: Apidae, Apinae). *Zootaxa*:23-44.
- Pérez, E; Rodríguez, A; Vit, P. 2007. Efecto de la Fermentación Postcosecha en la Capacidad Antioxidante de Miel de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811, Universidad de Los Andes, Mérida 5101, Venezuela. *Biotecnología* Vol. 10 No. 1.
- Piana, L; Persano, A; Bentabol, E. Bruneau, S; Bogdanov, S y Guyot, C. 2004. Sensory analysis applied to honey: State of the art. *Apidologie*, **35** (extra issue), 26–37.
- Posey, D; Camargo, J. 1985. Additional notes on the classification and knowledge of stingless bees (Meliponinae, Apidae, Hymenoptera) by the Kayapo Indians of Gorotire, para, Brasil. *Annals of the Carnegie Museum* 54(8):247-274.
- Quezada-Euan, J; Paxton, R; Palmer, K; Itza, D; Tay, W & Oldroyd, B. 2007. Morphological and molecular characters reveal differentiation in a Neotropical social bee, *Melipona beecheii* (Apidae : Meliponini). *Apidologie* 38:247-258.
- Quicazán, M; Zuluaga, C; Fuenmayor, C. 2009. Perspectivas para la Caracterización Físico-Química de Productos Apícolas de Variedades de Abejas Nativas en Colombia, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA. Universidad Nacional de Colombia, IV Encuentro Colombiano De Abejas Silvestres, Vol. 14, No 2 -185.

- Ramírez - Arriaga, E & Martínez - Hernández, E. 2007. Melitopalynological characterization of *Scaptotrigona mexicana* guerin (Apidae : Meliponini) and *Apis mellifera* L. (Apidae : Apini) honey samples in northern Puebla State, Mexico. *Journal of the Kansas Entomological Society* 80:377-391
- Ramírez, J; Ortiz, R. 1995. Crianza de las abejas sin aguijón. Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales. Universidad Nacional. Proyecto Regional de Apicultura y Meliponicultura. Costa Rica. 22 pp.
- Ramos-Elorduy, J; Costa-Neto, E y Landero-Torres, I. 2009. Comparación de especies de abejas comestibles en la Sierra de Jibóia, (Bahia, Brasil) y Sierra de Zongolica (Veracruz, México). *Revista Colombiana de Entomología* 35 (2): 217-223.
- Rasmussen, C; & Camargo J. 2008. A molecular phylogeny and the evolution of nest architecture and behavior in *Trigona* s.s. (Hymenoptera : Apidae :Meliponini). *Apidologie* 39:102-U70.
- Rasmussen, C y Castillo, P. 2003. Estudio preliminar de la Meliponicultura o apicultura silvestre en el Perú (Hymenoptera: Apidae, Meliponini). *Revista Peruana de Entomología* 43:159-164.
- Rasmussen, C; y Cameron, S. 2007. A molecular phylogeny of the Old World stingless bees (Hymenoptera : Apidae : Meliponini) and the non-monophyly of the large genus *Trigona*. *Systematic Entomology* 32:26-39.
- Rezende, E; Absy, M y Kerr, W. 1996. Infidelidade à mesma espécie de flores em três espécies de abelhas (Apidae: Meliponinae). *Annais da Sociedade Entomologica Brasileira*, 25(3): 549-552.
- Rodríguez, M. (2007). Evaluación Del Mercado La Miel Angelita En Bogotá, Corporación Andina de Fomento – CAF, Colombia. No 5-6.
- Rosso, J; Imperatriz-Fonseca, V; Cortopassi-Laurino, M. 2001. Meliponicultura en Brasil I: Situación en 2001 y perspectivas. En: Quezada-Euán JJG, Medina L, Moo-

- Valle JH, editores. II Seminario Mexicano sobre abejas sin aguijón, Mérida, Yucatán, México Noviembre. p. 28-35.
- Rosso, J; Nates, G. 2005. Meliponicultura: una actividad generadora de ingresos y servicios ambientales Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN), Universidad Nacional de Colombia. A.A. 14490 Bogotá, Colombia. LEISA revista de agroecología
 - Roubik, D. 1989. Ecology and Natural History of tropical Bees. Cambridge, UK, Cambridge University Press. 514 p. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics.
 - Roubik, D. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics. FAO Agricultural Services Bulletin 118:1-6.
 - Rovira, E; Tschirsch, J; Schvezov, C. 2005. Características y cría de las yateí y otras meliponas. Material de divulgación. Este material ha sido elaborado con los aportes empíricos y técnicos de: Miembros de la Asociación de Productores de Yateí de Misiones (APYM), Fidel Godoy del CEDIT. Sergio Feversani del INTA Oberá. Provincia de Misiones, Argentina.
 - Ruof, K; Bogdanov, S. 2004. Authenticity of honey and other bee products. *Apiacta* 38: 317-327.
 - Ruttner, F. 1988. Biogeography and Taxonomy of Honey bees. 161 figs. XII. 284 pages. Hard cover. DM 158. Berlin Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo. Springer-Verlag. ISBN 3-540-17781-7
 - Sanchez, D; Kraus, F; Hernandez, M & Vandame, R. 2007. Experience, but not distance, influences the recruitment precision in the stingless bee *Scaptotrigona mexicana*. *Naturwissenschaften* 94:567-573.
 - Serrano, R; Villanueva, M; Marquina, A. 1994. La miel. Edulcorante natural por excelência. *Alimentaria*. n. 253, p.25-35, 1994.

- Sequeira, G; MIDEPLAN, Ministerio De Planificación Nacional Y Política Económica. 2009. Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo Área De Modernización Del Estado.
- Schaller, E; Bosset, J y Escher, F. 1999. Practical experience with the “electronic nose” systems for monitoring the quality of dairy products. *Chimia* 53:98–102.
- Silici, S., O. Sagdic & L. Ekici. 2010. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of *Rhododendron* honeys. *Food Chemistry* 121 (1), 238-243.
- Silva, J. 2000. Tópicos de tecnologia de alimentos. São Paulo: Varela. 227 p.
- Singh, N; Singh, S; Bawa, A y Sekhon, K. 1988. Honey – its food uses. *Indian Food Packer*, 42: 15–25.
- Slaa, E; Sánchez, L; Sandí; M; W. Salazar, W. 2000. A scientific note on the use of stingless bees for commercial pollination in enclosures. *Apidologie* 31:141-142.
- Smith, A; Vélez, R. 2008. Abejas de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Colombia, No p 13-14.
- Swartz, H. 1949. The stingless bees (Meliponidae) of Mexico. *Anales del Instituto de Biología Serie Zoología* 20: 357-370.
- Sousa, G. 2008. Composição e qualidade de méis de abelhas *Apis mellifera* e méis de abelha jataí (*Tetragonisca angustula*). Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 86 pp.
- Souza, B; Roubik, D; Barth, O; Heard, T; Enríquez, E; Carvalho, C; Villas-Boas, J; Marchini, L; Locatelli, J; Persano, L; Almeida, L; Bogdanov, S y Vit, P. 2006. Composition of stingless bee honey: setting quality standards. *Interciencia. Revista de Ciencia y Tecnología de América*. Vol. 31, Nº. 12, p. 867-875.
- Stamatti, L. 2007. Cría y manejo de abejas sin aguijón. Tucumán Argentina: Ediciones del Subtrópico.

- Vásquez, R; Ballesteros, H; Tello, J; Castañeda, S; Calvo, M; Ortega, N; Riveros, L. 2011. Polinización dirigida con abejas *Apis mellifera*: tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador. CORPOICA, Librería Virtual Agropecuaria, Colombia, No p 7-9.
- Vásquez, R; Tello, J. 1995. Producción apícola. Ed. Produmedios. Bogotá, No. p 122.
- Vásquez, R; Ballesteros, H; Ortegón, Y y Castro, U. 2006. Polinización dirigida con *Apis mellifera* en un cultivo comercial de fresa (*Fragaria chiloensis*). Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 7 (1): 50 – 53.
- Vásquez, R.; Ballesteros, H.; Muñoz, C. y Cuellar, M. (2006). Utilización de la abeja *Apis mellifera* como agente polinizador de cultivos comerciales de fresa (*Fragaria chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus*) y su efecto en la producción. 1 ed. Bogotá: Produmedios, p.77.
- Vélez, R. 2009. Una aproximación a la sistemática de las abejas silvestres de Colombia. Tesis para optar al título de Magíster en Ciencias – Entomología.
- Velthuis, W. 1997. Biologia das abelhas sem ferrão. Universidade de Utrecht, Utrecht, Holanda, Departamento de Etologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Venturieri, G. 2003. Meliponicultura: criação racional de abelhas indígenas sem ferrão. Embrapa; Belém, Pará, Brasil. 21 pp.
- Venturieri, G; Alves, D; Villas-Bôas, J; Carvalho, C; Menezes, C; Vollet-Neto, A; y col. 2012. Meliponicultura no Brasil: Situação Atual e Perspectivas Futuras para o Uso na Polinização Agrícola. En: Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA, Saraiva AM, Editores. Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p. 213-236.
- Viejo-Montesinos, J.. 1996. Coevolución de plantas e insectos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), 13: 13-19.

- Villas-Bôas, J y Malaspina, O. 2005. Parâmetros físicoquímicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. Mensagem Doce, n. 82. Available at: <http://www.apacame.org.br/index1.htm>.
- Villas-Bôas, J. 2012. Manual Tecnológico Mel de Abelhas sem Ferrão, Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil. 96 p; il. - (Serié Manual Tecnológico).
- Villanueva, G; Roubik, D & Colli-Ucan, W. 2005. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatan peninsula. Bee World 86:35- 41.
- Vit, P; Medina, M; Enríquez, M. 2004. Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. Bee World 85: 2-5.
- Vit, P; Enríquez, E; Barth, M; Matsuda, A. 2006. Necesidad del Control de Calidad de la Miel de Abejas sin aguijón. Medula, Revista de Facultad de Medicina, Universidad de los Andes., 15, 89-95. Retrieved from vit@ula.ve.
- Vit, P. 2008. La diversidad de abejas sin aguijón neo tropicales. Profesora e Investigadora de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Retrieved from vit@ula.ve.
- Vit, P. 2009. Caracterización físicoquímica de mieles de abejas sin aguijón (Meliponini) de Venezuela. Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel. Print versión ISSN 0798-0477, INHRR vol.40 no.2 Caracas Dec. 2009.
- Vit, P; Gutiérrez, M; Rodríguez-Malaver, A; Aguilera, G; Fernández-Díaz, C & Tricio, A. 2009. Comparison of honeys produced by the bee yateí (*Tetragonisca fiebrigi*) in Argentina and Paraguay. Acta Bioquím Clín Latinoam. Código bibliográfico: ABCLDL. ISSN 0325-2957. 43 (2): 219-26.
- Vit, P; Deliza, R y Pérez, A. 2011a. How a Huottuja (Piaroa) community perceives genuine and false honey from the Venezuelan Amazon, by free-choice pro fi le sensory method. Brazilian Journal of Pharmacognosy 21:786–792.

- Vit, P; Sancho, T; Pascual, A y Deliza, R. 2011b. Sensory perception of tropical pot honeys by Spanish consumers, using free choice profile. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science* 3(4): 174–180.
- Vit, P; Pedro, S & Roubik, D. 2013. *Pot-Honey, A legacy of stingless bees*. Springer Science+Business Media New York.
- Weaver, N; Weaver, E. 1981. Beekeeping with the stingless bee *Melipona beecheii* by the Yucatecan Maya. *Bee World* 62: 7-19.
- Watson, D. 2001. Insectos y Agroforestería. Importancia para el medio ambiente, pp 11-22. Diciembre 2008
- Wille, A; Orozco, E; Raabe, C. 1983. Polinización del chayote *Sechium edule* (Jacq.) Swartz en Costa Rica. *Revisita de Biología Tropical* 31(1):145-154.
- Winston, M. 1987. *The Biology of the Honeybee*, First Harvard University Press paperback edition, 1991. Cambridge, Massachusetts. London, England.
- Zamora, L y Arias, M. 2011. Calidad microbiológica y actividad antimicrobiana de la miel de abejas sin aguijón. *Rev. biomed* 2011; 22:59-66.
- Zuluaga, C; Díaz, C y Quicazán, M. 2011. Standardising and validating aromatic profile analysis by an electronic nose. *Ingeniería e Investigación* 31:65–73.
- Zuluaga, C; Díaz-Moreno, A; Fuenmayor, C y Quicazán, M. 2013. Chapter 30. An Electronic Nose and Physicochemical Analysis to Differentiate Colombian Stingless Bee Pot-Honey. En Vit, P; Pedro, S and Roubik, D. 2013. *Pot-Honey, A legacy of stingless bees*. Springer Science+Business Media New York. 417-427.
- Zuluaga, C; Vit, P; Drummond, S; Díaz, A; Quicazán, M. 2013. Capítulo 18. Perfil aromático y contenido de humedad como parámetros discriminantes para la clasificación quimiométrica de mieles de pote de diferentes especies de Meliponini. *Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots*. Vit P & Roubik DW, editors 2013. pp. 1-8 in *cerumen pots*. Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes; Mérida, Venezuela. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/35292>

INFOGRAFÍA

<http://www.icex.es/icex/cma/contentTypes/common/records/viewDocument/0,,00.bin?doc=577562>

<http://www.codexalimentarius.org/normas-oficiales/lista-de-las-normas/es/>

<http://www.monografias.com/trabajos37/educacion-desarrollo-sostenible/educacion-desarrollo-sostenible2.shtml#ixzz33sC0qaIT>