

# Origen botánico y dominancia cromática de las cargas de polen corbicular colectado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en cuatro zonas biogeográficas colombianas

## Corbicular bee pollen collected by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), botanical origin and chromatic dominance in four biogeographical zones in Colombia

Guillermo Salamanca Grosso\*, Mónica P. Osorio Tangarife y Luis Carlos Casas Restrepo

Universidad del Tolima. Facultad de Ciencias. Departamento de Química. Grupo de Investigaciones Mellitopalínológicas y Propiedades Físicoquímicas de Alimentos. Ibagué, Tolima, Colombia. Correo electrónico\*: salamancagrosso@gmail.com.

### RESUMEN

El estudio de la flora de interés apícola de una región determinada permite evaluar las relaciones planta-insecto y potencial económico que esto representa. En este trabajo se ha estudiado y determinado el origen botánico del polen corbicular colectado por las abejas en instalaciones de sistemas apícolas de cuatro consociaciones biogeográficas colombianas en la zona andina y relacionado los índices de similitud de Jaccard de la flora encontrada. El trabajo de campo permitió identificar 44 familias, reunidas en 227 taxones de plantas de interés apícola, que son forrajeadas por distintos tipos de abejas y benefician polen para el sustento de las colonias. Las especies identificadas son permanentes y temporales. En la zona de bosque húmedo montano bajo (*bh-MB*), se identificaron 52 especies, en bosque húmedo y muy húmedo premontano (*bh-PM/bmh-PM*) 136, en bosque seco montano bajo (*bs-MB*) 39. La flora de las zonas (*bs-MB*) vs. (*bh-MB*) presentaron índices de similitud de 67,5 y entre (*bh-MB*) vs. (*bmh-MB*) de 63,4 y entre (*bh-MB*) vs. (*bh-PM*) solo de 10,4. El análisis microscópico de las cargas, permitió definir 52 taxones distribuidos en 44 familias botánicas, de composición cromática variable entre 4 y 7 tipos polínicos de las tonalidades del café, marrón, amarillo y naranja, con dominancia de taxones de Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae, principalmente. El trabajo ha contribuido a la identificación de la dinámica de los ecosistemas en términos plantas de interés apícola orientada a la producción de polen como parte de la cobertura vegetal de bosques de galería y de cliserie en Colombia.

**Palabras clave:** Apicultura, Ecología, Flora Palinología.

### ABSTRACT

The study of plants from a given region as well as the blooming period, allows to evaluate the plant-insect relationship and the economic potential that this represents. This work has been studied and determined the Jaccard's index and the botanical origin of corbicular bee pollen in four biogeographical zones at the high lands system at the Andes in Colombia. A total of 227 plants species of plants from 44 families were registered as a temporary and permanent species in a heterogeneous distribution. At the low mountain wet forest zone, (*bh-MB*), 52 especies, wet and very wet forest premontain zone (*bh-PM/ bmh-PM*) 136, and low dry mountain forest (*bs-MB*) 39. Jaccard's index for (*bs-MB*) vs. (*bh-MB*) zones were 67,5 between (*bh-MB*) vs. (*bmh-MB*), 63.4 and (*bh-MB*) vs. (*bh-PM*) only 10.4. Microscopic analysis of pollen loads, allowed us to identify 52 taxa distributed in 44 botanical families. Chromatic composition was variable between 4 and 7 pollen types of color loads between, coffee, brown, yellow and orange, with dominance of taxa of Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae and Malvaceae. The work is contributive to the identification of the dynamics of the ecosystems in terms of plants oriented to bee pollen production at the cliserie forests in Colombia.

**Key words:** Beekeeping, Ecology, Flowers Palinology.

Recibido: 24/09/14 Aprobado: 09/07/15

## INTRODUCCIÓN

La geografía colombiana comprende tierras emergidas y continentales; en éste entorno biogeográfico se distinguen cerca de 311 tipos de ecosistemas. La circulación atmosférica es dependiente del sistema de confluencia intertropical (ZCIT). El país cuenta por lo menos con diez clases de coberturas principales atendiendo a su extensión superficial, de las cuales en orden de magnitud se mencionan: selvas y bosques, agroecosistemas, sabanas, pantanos, xerofítica, áreas de páramo, cobertura rupícola, manglares, cobertura hídrica y asentamientos humanos, las relaciones de flora indicadora para las explotaciones apícolas aun son incipientes, (Villegas *et al.*, 2012; Osorio *et al.*, 2002).

Los pisos térmicos de interés para el sistema apícola corresponden a las zonas: fría (2.000 m.s.n.m.), templada (1.000 m.s.n.m.) y caliente (0 a 900 m.s.n.m.), estas unidades a su vez se enmarcan en sistema de clasificación por zonas de vida, (Holdridge, 1986). El efecto climático condiciona la producción agrícola y por tanto la actividad apícola en las unidades biogeográficas determinadas; las variaciones de temperatura, presión y humedad del medio así como las condiciones de evapotranspiración muestran un marcado efecto sobre unas 23.000 plantas y sobre su fenología de flor abierta. El régimen pluviométrico contribuye al mantenimiento de la flora hasta condiciones satisfactorias durante la mayor parte del año ofreciendo flujos apreciables de néctar y polen necesario para el mantenimiento de la colmena y la explotación racional del sistema apícola, (Montenegro *et al.*, 2013; Salamanca *et al.*, 2011; Decourtye *et al.*, 2010).

El polen, es un producto natural generado a partir de las anteras de las flores de las plantas superiores, (Graikou *et al.*, 2011); considerado como alimento de alto valor biológico, por su aporte en proteínas, vitaminas y minerales; el polen corbicular y alveolar corresponde a un aglomerado de granos de polen de diferentes fuentes botánicas, que son recogidos por las abejas y al que le han adicionado néctar y secreciones de las glándulas hipofaríngeas entre ellas la enzima  $\beta$ -glucosidasa; se le considera una buena fuente nutricional, beneficiosa para

la salud, en particular debido a la presencia de compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, (Araneda *et al.*, 2014; Muñoz *et al.*, 2014; Almaraz-Abarca *et al.*, 2013; Ciappini *et al.*, 2013; Chamorro-García *et al.*, 2013; Modro *et al.*, 2009; Keller *et al.*, 2005). Su aprovechamiento se lleva a cabo mediante la utilización de trampas caza-polen que evitan el ingreso de los cúmulos de polen al interior de la colmena y los deposita en una cámara hasta su recolección y posterior deshidratación para su comercialización en el mercado llegando a ser el segundo producto apícola más consumido dado sus propiedades medicinales y terapéuticas ligadas a su origen botánico y geográfico, (Salamanca *et al.*, 2011; Barth *et al.*, 2010; Vit, 2009).

La apicultura colombiana es una actividad económica en consolidación, que representa un potencial por los múltiples beneficios que se pueden obtener a través de las diversas explotaciones para el beneficio de miel, polen y propóleos, principalmente, así como servicios de polinización entre otros, (Flórez y Ward, 2013; Uribe *et al.*, 2011; Erasso, 2010; Franky, 2008). El conocimiento de la flora apícola permite programar la producción y establecer estrategias para el beneficio de la colmena en distintos periodos del año, además hace posible el manejo de las colonias fijistas con alimentación suplementaria o la implementación de procesos trashumantes.

La flora apícola es el conjunto de especies botánicas de carácter silvestre o cultivadas que se encuentran ligadas a diversas zonas geográficas que desarrollan relaciones mutualistas con las abejas mediante el ofrecimiento de recursos provechosos para la colmena, (Silva y Restrepo, 2012; Sayas y Huamán, 2009). Los departamentos con mayor producción apícola en Colombia son Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Santander, Sucre y Tolima, en cuyo caso las zonas cálidas han sido preferidas para la producción de miel, mientras que las más frías han permitido potenciar la producción de polen, (Salamanca, *et al.*, 2011).

En la evaluación de las relaciones planta-insecto el análisis microscópico juega un papel importante al ser la herramienta más utilizada por diversos investigadores a fin de llevar a cabo la determinación de los tipos polínicos

presentes en la colmena, (Córdova *et al.*, 2013; Jauker *et al.*, 2009; Sá-otero *et al.*, 2002), éstas pueden exhibir variedad de coloraciones que se encuentran relacionadas directamente con las fuentes botánicas que visitan las abejas, que van desde amarillo a marrón claro, a pesar de que también se evidencian cargas de color blanco, rosa, anaranjado, verde, rojizo, violáceo e incluso negro, (Vivas, *et al.*, 2008; Vit y Santiago, 2008; Bilisik, *et al.*, 2008).

El estudio botánico de cargas de polen corbicular de abejas ha contribuido a la caracterización sistematizada de la flora apícola presente en diferentes países, siendo útil para los apicultores, (Webby, 2004; Andrada y Tellería, 2005; Dimou y Thrasyvoulou, 2007). Diversos países latinoamericanos han realizado estudios palinológicos para identificación de la flora polinífera, las investigaciones más relevantes que corresponde con los trabajos de Andrada y Gil, 2001; Faye *et al.*, 2002; Fegúndez y Caccavara, 2003; Baldi *et al.*, 2004; Faye y Molinelli, 2004; Fegúndez *et al.*, 2006 en Argentina; de Souza *et al.*, 2010; Da Luz *et al.*, 2007 y Carpes, 2008 en Brasil; Sempe *et al.*, 1989; Montenegro *et al.*, 1992; Ramírez y Montenegro, 2004; Contreras, 2004 en Chile; Isayama, 1988; Zevallos y Higaona, 1988; Ventura y Huamán, 2008 en Perú. En Colombia los estudios reportados

aún son escasos o proporcionan información poco detallada de la diversidad y potencial de la flora apícola nativa, (Salamanca *et al.*, 2011, Hernández *et al.*, 2011; Hernández, 2014; Guerra, 2004; Girón, 1995).

El objetivo del presente estudio se ha centrado en la determinación del origen botánico y dominancia cromática de las cargas de polen corbicular, colectado por las abejas *Apis mellifera* L. en diferentes zonas biogeográficas de Colombia con el fin de establecer las relaciones planta-insecto y proporcionar la información necesaria para potenciar la actividad apícola a nivel nacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo realizado se enmarca en el contexto de zonas biogeográficas colombianas asociadas a las regiones y subregiones con representación significativa a la producción de polen de la zona andina (Figura 1), en las consociaciones de bosque húmedo montano bajo (*bh-MB*: formación con límites climáticos entre 12 y 18°C, precipitación media de 1.000 a 2.000 mm/año y entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m.), bosque húmedo premontano (*bh-PM*: 17 a 24°C, 1.000 a

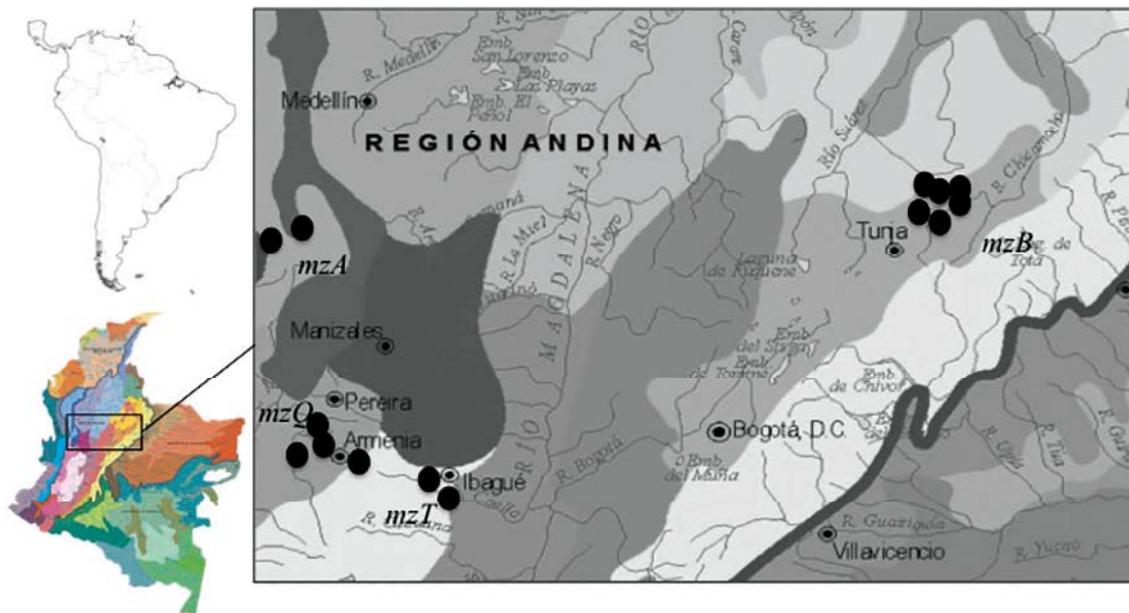


Figura 1. Regiones y subregiones colombianas y zonas de muestreo de polen corbicular. *mZA*: Antioquia. *mZB*: Boyacá *mZQ*: Quindío. *mZT*: Tolima.

2.000 mm/año y 800 a 2.000 m.s.n.m.), bosque muy húmedo premontano (*bmh-PM*: 17 a 24°C, 2.000 a 4.000 mm/año y 800 a 2.000 m.s.n.m.) y bosque seco montano bajo (*bs-MB*: 17 a 24°C, 500 a 1.000 mm/año y 800 a 3.000 m.s.n.m.), en los departamentos de Antioquía (Betania y La Unión), Boyacá (Cerinza, Duitama, Iza, Nobsa, Paipa, Santa Rosa, Tibasosa, Tutazá y Viracachá), Quindío (Armenia, Calarcá, Génova y Montenegro) y Tolima (Anzoátegui y Cajamarca), los sitios de muestreo se relacionan en la Cuadro 1.

### Flora asociada

Se realizó un levantamiento de las especies florales predominantes cercanas a los apiarios visitados (500 m. aproximadamente) en las cuatro zonas biogeográficas enmarcadas en el área de estudio, para su respectiva descripción botánica. La clasificación taxonómica se verificó

tomando como referencia especies del Herbario Toli "Alejandro Von Humbolt" de la Universidad del Tolima y bases de datos del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. El trabajo de campo se extendió desde 2010 a 2014.

### Material biológico

Se colectaron 79 muestras al azar de polen corbicular tomado a partir de trampas cazapolen en colmenas tipo Langstroth instaladas en las zonas rurales visitadas en los 17 municipios de las cuatro zonas de vida propias del estudio (*bh-PM*: 6 muestras; *bmh-PM*: 26; *bs-MB*: 9; *bh-MB*: 38). El material recogido por colmena, se dispuso en recipientes ambar (150 g) tipo twist off de 200 mL, que fueron lavados y esterilizados previamente para su respectivo uso. En el transporte se empleo una nevera portátil y el

Cuadro 1. Zonas biogeográficas y entornos asociados a sitios de colecta de polen corbicular.

Departamento	Zona de vida	municipio	LN	LO	T°C	Altitud m.s.n.m.
Antioquia	<i>bh-PM</i>	Betania	5°44'54"	75°58'35"	19	1300
		La Unión	5°58'33"	75°21'42"	13	2497
	<i>bs-MB</i>	Cerinza	5°57'02"	72°56'50"	13	2737
		Duitama	5°50'99"	73°00'23"	14	2730
Iza		5°36'53"	72°59'04"	15	2526	
Nobsa		5°46'32"	72°56'39"	15	2534	
Boyacá	<i>bh-MB</i>	Paipa	5°48'57"	73°07'56"	14	3055
		Santa Rosa	5°52'27"	72°58'04"	13	2919
		Tibasosa	5°44'03"	73°00'01"	15	2487
		Tutazá	6°02'08"	72°51'24"	14	2800
Quindío	<i>bmh-PM</i>	Viracachá	5°26'49"	73°18'27"	15	2580
		Armenia	4°28'58"	75°42'03"	24	1315
	<i>bh-PM</i>	Génova	4°11'54"	75°47'09"	19	1617
		Calarcá	4°34'18"	75°42'28"	20	1431
		Montenegro	4°31'17"	75°48'33"	21	1234
Tolima	<i>bh-PM</i>	Cajamarca	4°22'09"	75°28'45"	15	1818
	<i>bmh-PM</i>	Cajamarca	4°28'02"	75°22'39"	10	2213
	<i>bh-PM</i>	Ibague	4°29'23"	75°06'07"	17	1700

material fue refrigerado a 4°C hasta el momento del procesamiento y análisis en el laboratorio.

### Valoración cromática

El proceso se llevó a cabo tomando una fracción de polen fresco de  $1g \pm 1mg$  para cada una de las muestras colectadas. La separación se efectuó manualmente, con ayuda de una Lámpara Lupa tipo Hamme™ (Technology and Tools) con tamaño de lente de 90 mm; dioptría 3D+12 y lámpara fluorescente compacta T4 12 W (Modelo FJ1209 LL8092). Cada una de las tonalidades separadas fue codificada, siguiendo los estándares de la guía internacional de colores Pantone 747XR, (Hernández, 2014; Salamanca *et al.*, 2011; Sayas y Huaman, 2009).

### Acetólisis

Una vez separadas las cargas cromáticas se adelantó una valoración microscópica; para ello se implementó la técnica de acetólisis, siguiendo la metodología descrita en la literatura (Borja, 2012; Ferguson *et al.*, 2007; Erdtman, 1971), a fin de disgregar los granos de polen y posibilitar la preparación de las placas para su valoración microscópica. La solución acetolítica usada está compuesta por una mezcla de ácido acético glacial y ácido sulfúrico (9:1). El proceso de preparación y limpieza de los granos de polen durante la acetólisis se realizó mediante centrifugado en la unidad Dynac™ 2.97C a 4.000 rpm por 20 minutos, proceso que se efectuó dos veces para cada muestra. A los granos de polen acetolizados se les retiró el sobrenadante mediante succión por vacío. El material final se transfirió a tubos eppendorf dispuestos con glicerina y su posterior montaje en portaobjetos para el registro fotográfico e identificación.

### Caracterizaciones polínicas

El análisis y composición de las cargas polínicas separadas y acetolizadas fue realizado en microscopio Olympus™ Modelo CX21FS1, con aumento de 10, 40 y 100 X usando cámara digital (Motic™) acoplada al sistema y software Motic Image Plus™ 2.0 ML. Se efectuó el montaje de las placas de polen acetolizadas y se dispuso para su respectiva observación la captura de imágenes, obteniéndose la identificación de los tipos polínicos de referencia, en cuyo caso fueron determinados hasta el nivel taxonómico

posible. Esta identificación se realizó tomando como referencia trabajos realizados por Hernández *et al.*, 2011 y Borja *et al.*, 2011, además de someterse a comparación con otros tipos polínicos de referencia en PalDat (Base de datos online de la Universidad de Viena) y la bibliografía.

### Estadística

Las relación de plantas asociadas en cada uno de los ecosistemas de las zonas biogeográficas, se sistematizaron y dispusieron en bases de datos. Se realizaron estimaciones de índices de similitud de Jaccard ( $I_j$ ) ( $I_j: c/(a+b-c)$ , Marchini *et al.*, 2001, entre zonas con flora común considerando que  $a$ , es el número de especies presentes en la zona  $bs-MB$ ,  $b$  el número de especies presentes en  $bh-MB$ ,  $bh-PM$  o  $bmh-PM$ ,  $c$ , es el número de especies presentes en cada una de las consociaciones  $bh-MB/bh-PM$  y  $bs-MB/bh-MB$ . En relación a los pólenes identificados en las cargas de polen, se estimaron las frecuencias en cada una de las muestras colectadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de polen en el entorno biogeográfico colombiano se presenta como un potencial importante desde el punto de vista económico para los apicultores, la flora establecida en zona continental presenta distribuciones de oferta polinífera escalonada y diversa y dependiente de la posición altitudinal, latitudinal, del régimen de lluvias impuesto por la dinámica de la zona de confluencia intertropical, (Salamanca *et al.*, 2011). La floración de las zonas de estudio en general se caracteriza por una oferta de periodos cortos, de dos a tres meses. El levantamiento de la flora en las cuatro zonas de vida, permitió identificar en total 44 familias, que reunió 227 taxones de plantas de interés apícola (Cuadro 2); en la zona de  $bmh-PM$  la riqueza de especies ha sido de 75,0, en  $bh-PM$  de 61,0, en  $bh-MB$  52,0 y en  $bs-MB$  39. Los índices porcentuales de similitud de Jaccard para las zonas  $bs-MB$  vs.  $bh-MB$ , ha sido de 67,5, para  $bh-MB$  vs.  $bmh-MB$ , 63,4,  $bs-MB$  vs.  $bmh-MB$ , 40,0, en  $bs-MB$  vs.  $bh-PM$  14,6, para  $bmh-MB$  vs.  $bh-PM$ , 10,4 y  $bh-MB$  vs.  $bh-PM$  de 10,4.

Cuadro 2. Principales familias y taxones de plantas asociadas a polen corbicular de cuatro zonas biogeográficas colombianas.

Familia	Taxón	Zona de Vida				Familia	Taxón	Zona de Vida				
		bh-PM	bmh-PM	bh-MB	bs-MB			bh-PM	bmh-PM	bh-MB	bs-MB	
Actinidiaceae	<i>Saurauia scabra</i>	•	•			Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	•		•		
Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i>	•	•			Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	•	•			
	<i>Viburnum tryphyllum</i>		•	•		Hypericaceae	<i>Hypericum lariciforium</i>	•	•			
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i>			•		Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	•	•	•	•	
	<i>Schinus molle</i>			•	•	Lauraceae	<i>Aiouea dubia</i>					
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i>	•				Lauraceae	<i>Persea americana</i>	•	•			
	<i>Bactris gasipaes</i>	•	•				<i>Ocotea calophylla</i>			•		
	<i>Euterpe oleraceae</i>		•			Lythraceae	<i>Adenaria floribunda</i>	•	•			
Asteraceae	<i>Baccharis trinervis</i>	•	•			Malvaceae	<i>Abutilon insigne</i>			•	•	
	<i>Bidens pilosa</i>	•	•	•	•		<i>Guazuma ulmifolia</i>	•	•			
	<i>Bidens triplinervia</i>	•	•				<i>Heliocarpus americanus</i>	•	•			
	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>			•	•		<i>Ochroma pyramidale</i>	•	•			
	<i>Mikania micranta</i>	•	•				<i>Sida acuta</i>	•				
	<i>Naphalium sp.</i>						<i>Triumfetta bogotesis</i>		•			
	<i>Pentacalia pulchella</i>			•	•		<i>Miconia theaezans</i>			•		
	<i>Piptocoma discolor</i>	•	•				Melastomataceae	<i>Monochaetum myrtoideum</i>		•	•	•
	<i>Smallanthus pyramidalis</i>		•	•	•			<i>Tibouchina lepidota</i>		•	•	
	<i>Steiractinia aspera</i>	•	•	•			Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	•	•		
<i>Taraxacum officinale</i>			•	•	Moraceae	<i>Morus insignis</i>		•				
<i>Tessaria integrifolia</i>	•	•			Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	•	•				
<i>Thitonia diversifolia</i>	•	•			Myricaceae	<i>Morella parvifolia</i>			•	•		
<i>Verbesia crassiramea</i>			•		Myrtaceae	<i>Calycolpus moritzianus</i>	•	•	•			
<i>Vernonanthura patens</i>		•				<i>Eucalyptus sp</i>			•	•		
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>		•	•	•	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	•	•	•	•	
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana</i>	•	•			Myrtaceae	<i>Eugenia myrtifolia</i>			•	•	
Bombacaceae	<i>Ceiba pentadra</i>	•	•			Myrtaceae	<i>Myrcia cucullata</i>			•	•	
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	•	•			Myrtaceae	<i>Myrcia mollis</i>	•	•			
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	•	•			Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>			•	•	
Buddlejaceae	<i>Buddleja americana</i>		•			Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>			•	•	
Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i>			•	•	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	•	•			

.../... Continúa

... Continuación Cuadro 2.

Familia	Taxón	Zona de Vida				Familia	Taxón	Zona de Vida			
		<i>bh-PM</i>	<i>bmh-PM</i>	<i>bh-MB</i>	<i>bs-MB</i>			<i>bh-PM</i>	<i>bmh-PM</i>	<i>bh-MB</i>	<i>bs-MB</i>
	<i>Calophyllum sp.</i>		•			Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i>	•	•		
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i>	•	•	•		Passifloraceae	<i>Passiflora bogotensis</i>			•	•
	<i>Clusia multiflora</i>			•	•		<i>Passiflora edulis</i>	•	•		
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>		•	•	•	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>			•	
Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i>			•	•	Piperaceae	<i>Piper adancum</i>	•	•	•	•
Ericaceae	<i>Cavendishia cordifolia</i>			•	•	Piperaceae	<i>Piper bogotense</i>			•	•
	<i>Macleania rupestris</i>			•	•	Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i>		•	•	•
Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	•	•			Poaceae	<i>Zea mays</i>	•	•		•
	<i>Acalypha macrostachya</i>	•	•			Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>			•	•
	<i>Alchornea grandiflora</i>	•	•			Primulaceae	<i>Myrsine andina</i>			•	•
	<i>Croton funkianus</i>			•	•		<i>Prunus buxifolia</i>			•	
	<i>Croton schiedeanus</i>		•			Rosaceae	<i>Prunus integrifolia</i>		•		
	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	•	•				<i>Prunus serotina</i>			•	•
	<i>Tetrorchidium boyacanum</i>		•			Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	•	•		
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>			•	•	Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i>		•	•	
	<i>Acacia melanoxylum</i>			•	•	Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i>		•		
	<i>Albizia carbonaria</i>	•	•				<i>Serjania sp.</i>		•		
	<i>Calliandra pittieri</i>	•	•				<i>Brugmansia sanguinea</i>			•	•
	<i>Chloroleucon bogotense</i>	•					<i>Brugmansia candida</i>			•	•
	<i>Entada phaseoloides</i>		•			Solanaceae	<i>Capsicum annum</i>	•	•		
	<i>Inga edulis</i>	•	•				<i>Solanum americanum</i>	•	•	•	•
	<i>Inga spectabilis</i>	•	•				<i>Solanum aturense</i>	•	•	•	•
	<i>Leucaena leucocephala</i>	•	•				<i>Solanum quitoense</i>	•	•		
	<i>Mimosa albida</i>	•	•	•		Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	•	•		
	<i>Mimosa pudica</i>	•	•			Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	•	•		
	<i>Prosopis juliflora</i>	•				Verbenaceae	<i>Citharexylum subflavescens</i>	•	•		
<i>Senna multiglandulosa</i>			•	•	Vitaceae	<i>Cissus sicyoides</i>	•	•			

*bh-PM*: Bosque húmedo premontano; *bmh-PM*: Bosque muy húmedo premontano; *bs-MB*: Bosque seco montano bajo.  
*bh-MB*: Bosque húmedo montano bajo.

Entre las especies observadas en las zonas de estudio se distinguen: *Baccharis trinervis* Pers. (chilca), *Bidens pilosa* L. (cadillo), *Bidens triplinervia* Kunth. Var. *Macrantha* (chipaca), *Diplostegium rosmarinifolium* (Benth.) Weed. (romero de páramo) de la familia Asteraceae; *Alnus acuminata* Kunth. (aliso), Fam. Betulaceae; *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken (laurel blanco) y *C. dentata* Poir. (uvita), Fam. Boraginaceae; *Clusia multiflora* Kunth. (chagualo), Fam. Clusiaceae; *Alchornea grandiflora* Müll. Arg. (escobo), *Crotonf unkianus* Müll. Arg. (sangregado), Fam. Euphorbiaceae; *Acacia de currens* Willd. (Acacia negra), *A. Melanoxylum* R.Br. (Acacia japonesa), *Calliandra pettieri* Standl. (Carbonero), Fam. Fabaceae; *Quercus humboldtii* Bonpl. (Roble), Fam. Fagaceae; *Vismia baccifera* (L.) Triana&Planch. (Puntelanza), Fam. Hypericaceae; *Hypericum laricifolium* Juss. (chite), Fam. Hyperaceae; *Juglans neotropica* Diels. (cedro negro), Fam. Juglandaceae; *Aioueadubia* (Kunth) Mez. (laurel peña), *Persea americana* L. (aguacate), Fam. Lauraceae; *Adenaria floribunda* Kunth. (curalito), Fam. Lythraceae; *Abutilon insigne* Planch. (abutilón), *Guazuma ulmifolia* Lam. (guásimo), *Heliocarpus americanus* L. (balso blanco), Fam. Malvaceae; *Miconia theaezans* Cogn. (nigüito), Fam. Melastomataceae; *Guarea guidonia* L. (trompillo), Fam. Meliaceae; *Muntingia calabura* L. (chitató), Fam. Muntingiaceae; *Calycolpus moritzianus* (O. Berg) Burret (arrayán guayabo), *Eucalyptus globulus* Labill. (eucalipto), *Myrcia cucullata* O. Berg (arrayán nativo), *Myrcianthes rhopaloides* Kunth. (arrayán negro), Fam. Myrtaceae; *Phytolacca dioica* L. (bellasombra), Fam. Phytolaccaceae; *Piper aduncum* L. (higuillo), Fam. Piperaceae; *Pittosporum undulatum* Vent. (lirio azul), Fam. Pittosporaceae; *Zea mays* L. (maíz), Fam. Poaceae; *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth.) Meisn. (coronillo), Fam. Polygonaceae.

La evaluación de la dominancia cromática permitió observar variabilidad en la composición del polen colectado en las zonas de muestreo, siendo la zona de *bmh-PM*, la que ha presentado mayor variabilidad, en relación a lo observado en las consociaciones *bh-PM*, *bs-MB* y *bh-MB* respectivamente. La composición de las cargas que acopian las abejas en cada una de las colonias reúne entre 4 y 7 tipos polínicos y presupone gran variabilidad entre

las respectivas zonas de colecta (Figura 2). En los pólenes de la zona *bmh-PM*, predomina las cargas 146c (Marrón oro) y 154c (café), con una dominancia de 9,60%. En la consociación *bh-PM* predominan polenes de tonalidades marrón oro (146c) con 18,2%, café (154c) con 12,5%, amarillo café (139c) 11,17% y café oscuro (464u) 10,6%. En la zona *bs-MB*, se evidenció predominio de las cargas de polen de tonos ocre (153c) y café oscuro (464u) con 9,52%.

En la zona fría en *bh-MB* se ha observado dominancia de las cargas de la tonalidad amarillo (143c), café (154c) y marrón oscuro (146c) con 16,7% de predominancia. La dinámica de los ecosistemas desde la perspectiva de las regiones presenta una amplia variabilidad en términos de cobertura vegetal. El estudio de las cargas de polen en términos de dominancia cromática, es variable en los distintos periodos del año y para las zonas de vida propias del estudio.

El análisis microscópico de la composición de las cargas, permitió identificar y determinar 52 taxones distribuidos en 44 familias botánicas. En términos de oferta polinífera y aportes para el sustento de las colonias de abejas, la zona de *bh-PM* es la que mayor número de especies polínicas presenta. Los taxones *Bidens pilosa* (Asteraceae), *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Juglans neotropica* (Juglandaceae), *Piper aduncum* (Piperaceae), *Solanum americanum* y *S. aturense* (Solanaceae), se encuentran distribuidas en las cuatro consociaciones biogeográficas relacionadas en el estudio. En la Figura 3, se relacionan algunos granos de polen dominantes, presentes en cargas de polen corbicular colectados por *A. mellifera* en zona altoandina colombiana.

En los entornos de las zonas de *bmh-PM*, *bh-MB* y *bs-MB*, se encuentran distribuidas las siguientes especies *Smilax pyramidalis* (Asteraceae), *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae), *Monochoetum myrtoideum* (Melastomataceae) y *Pittosporum undulatum* (Pittosporaceae); y en las zonas de *bh-PM*, *bmh-PM* y *bh-MB* predominan las especies *Steiractinia aspera* (Asteraceae), *Clusia alata* (Clusiaceae), *Mimosa albida* (Fabaceae), *Tibouchina lepidota* (Melastomataceae) y *Calycolpus moritzianus* (Myrtaceae); en los bosques húmedos de cliserie de *bmh-PM* y *bh-*

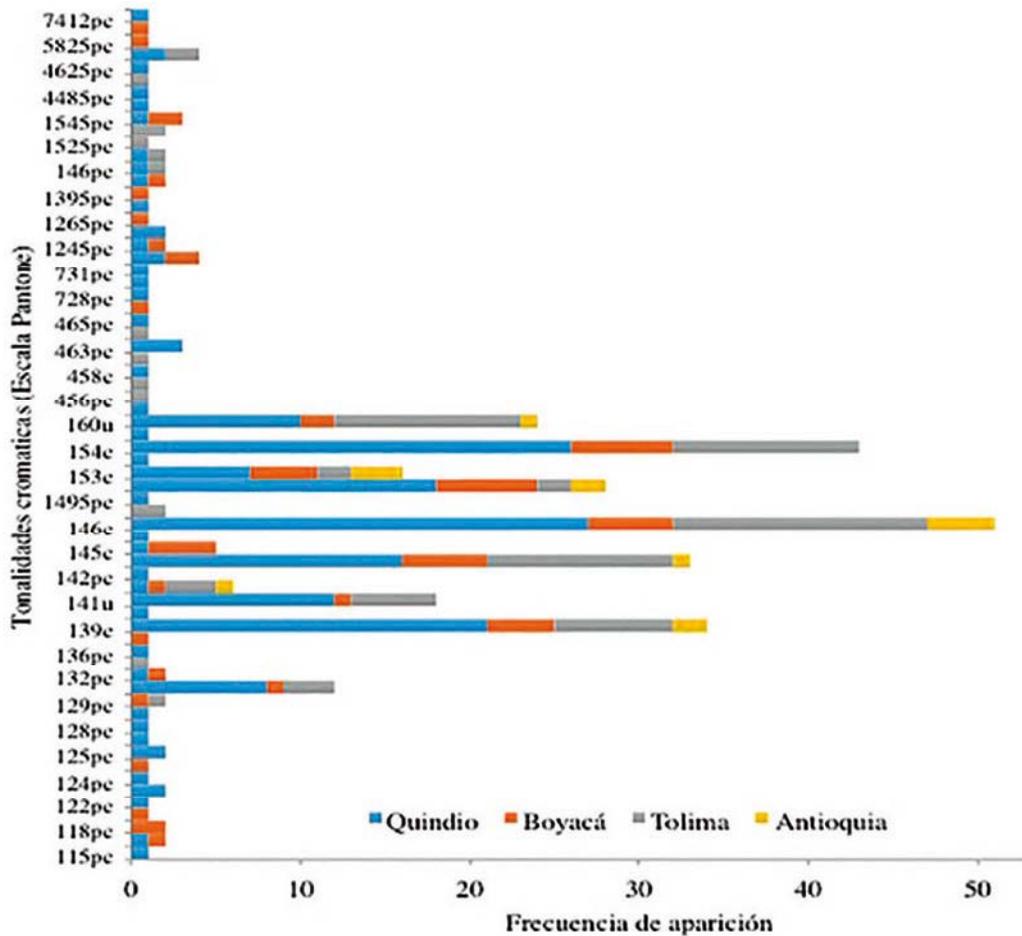


Figura 2. Principales tonalidades cromáticas asociadas al polen corbicular en zonas biogeográficas de Antioquia, Boyacá, Quindío y Tolima.

MB, se distribuyen indistintamente las especies recién mencionadas.

De las 11 familias de interés polinífero, que son forrajeadas por especies de abejas y que se encuentran representadas en las cuatro zonas de estudio, se destaca Asteraceae como dominante 14,5% del total, con 18 especies botánicas, seguida de Fabaceae con 10,6% (13), Myrtaceae con 9,3 (9), Solanaceae con 7,0 (6), Euphorbiaceae con 5,3 (6) y Malvaceae con 4,45 (6), Clusiaceae, Juglandaceae, Melastomataceae, Passifloraceae y Piperaceae  $\leq 3,0\%$ . Se observaron 3 familias, representadas con una especie única, como es el caso de Buddlejaceae (*Buddleja americana*) y Moraceae (*Morus insignis*) en *bmh-PM* y Phytolacaceae (*Phytolacca dioica*) en *bh-MB*.

Las especies relacionadas como fuente de polen para el mantenimiento y sustento de tipos de abejas en la zona altoandina. Los resultados son complementarios de otros estudios relacionados en la literatura para el caso colombiano, que en algunos casos es coincidente con trabajos previos respecto de algunas especies botánicas, principalmente con Asteraceae, (Chamorro-García *et al.*, 2013), Rosaceae, (Cancino-Escalante, 2011), Asteraceae, Solanaceae, Lamiaceae y Melastomataceae, (Ariza *et al.*, 2010), Asteraceae, Mimosaceae, Myrtaceae y Melastomataceae, (Vivas *et al.*, 2008; Girón, 1995). Algunas de las especies igualmente han sido relacionadas en otros ecosistemas tropicales, (Marchini *et al.*, 2001; Sayas y Huamán, 2009). Este trabajo consolida la relación de especies de interés apícola de mayor relevancia al aporte de polen en zona andina y plantea la necesidad de

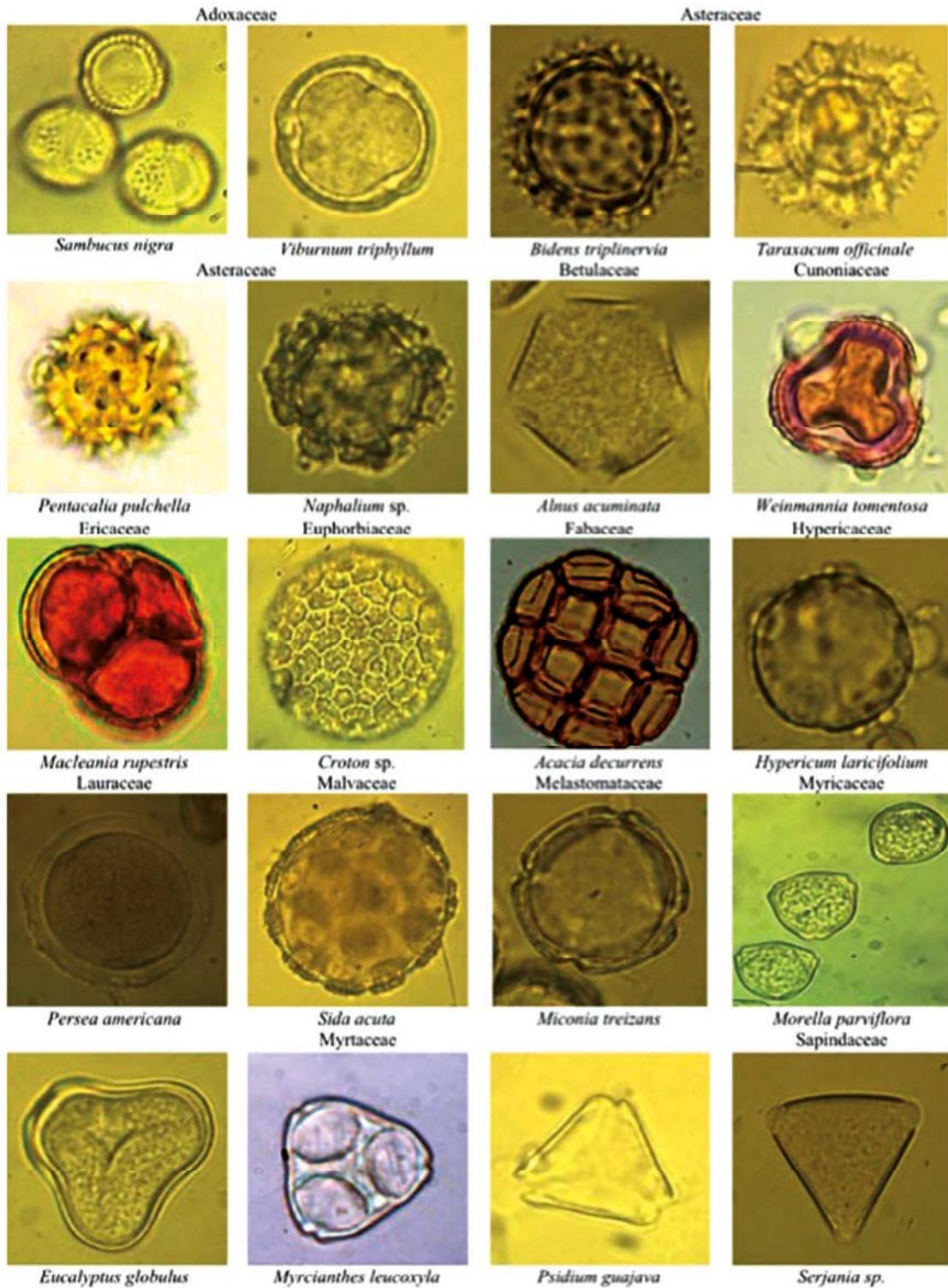


Figura 3. Principales especies polínicas asociadas al polen corbicular de la zona andina colombiana.

generar valoraciones en términos de calendarios para implementación de procesos trashumantes.

Se pone de manifiesto la biodiversidad y potencial de la cobertura vegetal de la zona andina, pero igualmente se percibe reducción del área, que se viene disminuyendo por efectos de intervención antrópica y que demanda acciones para su declaración como zona protegida y de reserva.

## CONCLUSIONES

La valoración de la flora polinífera en los ecosistemas asociados a las zonas biogeográficas colombianas es biodiversa y posibilita el beneficio de polen corbicular por parte de colonias de abejas, siendo este de naturaleza multifloral, la alta variabilidad en su composición botánica y sus características cromáticas como constituyente principal por especies nativas tienen una alta distribución y riqueza en cada una de las zonas de muestreo.

El estudio ha permitido identificar especies de plantas vasculares con aportes poliníferos que constituyen la dinámica de las relaciones planta-insecto, como base de sustento para la alimentación de las abejas. La riqueza floral es mayor en la zona de bosque muy húmedo premontano, en relación a las otras zonas geográficas evaluadas, esta marcada diferencia, da cuenta de la oferta de polen para el mantenimiento de las colmenas de abejas como sistema apícola instalado. La floración base del sustento, es permanente distribuyéndose a lo largo del año e involucrando un número significativo de especies arvenses y arbustivas que con periodos cortos de floración definidos son óptimos para el beneficio del producto, las cuales son dependientes de las condiciones climáticas del entorno.

Los índices de similitud entre las consociaciones evidencian que las zonas bosque seco y bosque húmedo montano bajo, presentan una mayor relación entre especies florales. El trabajo ha contribuido a la identificación de la dinámica de los ecosistemas en términos plantas de interés apícola orientada a la producción de polen como parte de la cobertura vegetal de bosques de galería y de cliserie en Colombia.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su gratitud a los apicultores de la zona altoandina involucrados en el trabajo de campo. La deuda es con Abdón Salazar Méndez, Baudilio Suárez, Efraín Muñoz Castelblanco, Edgar Fernando Vargas González, Eduardo Parra González, Ernesto Tinoco Rubio, Jorge Saavedra, Juan Jaime Gutiérrez, por su aporte y acompañamiento en el trabajo de campo. A la licenciada July Alexandra Hernández López, igualmente los biólogos Marisol Campuzano Castellanos y Fredy Alexander Borja Peralta, por sus aportes en el proceso de muestreo y algunas de las caracterizaciones cromáticas y polínicas. Asimismo a los evaluadores del artículo y los colaboradores permanentes de la Revista Zootecnia Tropical, por las observaciones, sugerencias y recomendaciones al documento final durante el proceso de arbitraje.

## LITERATURA CITADA

- Almaraz-Abarca, N., D. Rivera-Rodríguez, D. Arraéz-Román, A. Segura-Carretero, J. Sánchez-González, A. Delgado-Alvarado y J. Ávila-Reyes. 2013. Los fenoles del polen del género *Zea*. *Acta Botánica Mexicana*, 105:59-85.
- Andrada, A. y M. Gil. 2001. Flora polinífera utilizada por *Apis mellifera* en el sur del Caldenal (Prov. Fitogeográfica del Espinal), Argentina. *Resumen, Suplemento, Bol. Soc. Arg. Bot.* 36:135.
- Andrada, A.C. and M.C. Telleria. 2005. Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Caldén district (Argentina): botanical origin and protein content, *Grana*, 44:1-8.
- Araneda, X., I. Quezada, M. Martínez y D. Morales. 2014. Polifenoles totales en pan de abeja (*Apis mellifera* L.) de colmenas de la región de la Araucanía. *Idesia*, 32(1):107-111.
- Ariza, W., C. Huertas, A. Hernández, J. Geltvez, J. González y L. López. 2010. Caracterización y usos tradicionales de productos forestales no maderables (PFNM) en el corredor de conservación Guantiva - La Rusia - Iguaque. *Colombia Forestal*, 13(1):117-140.

- Cancino-Escalante, G.O., L.R. Sánchez-Montaño, E. Quevedo-García y C. Díaz-Carvajal. 2011. Caracterización fenotípica de accesiones de especies de *Rubus* L. de los municipios de Pamplona y Chitagá, Región Nororiental de Colombia. *Universitas Scientiarum*, 16(3): 219-233.
- Erasso, N. 2010. Análisis de percepción de marca del producto miel en el mercado de Bogotá. Maestría tesis, Universidad Nacional de Colombia. pp. 12-23.
- Baldi, C. B., D. Grasso, P. S. Chaves y G. Fernández. 2004. Caracterización bromatológica del polen apícola Argentino. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 15(29):145-181.
- Barth, O. M., A.S. Freitas, E.S. Oliveira, R.A. Silva, F.M. Maester, R. Andrella and G. Cardozo. 2010. Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(4):893-902.
- Bilisik, A., I. Cakmak, A. Bicakci and H. Malyer. 2008. Seasonal variation of collected pollen loads of honeybees (*Apis mellifera* L. Anatolica). *Grana*, 47:70-77.
- Borja, P. F. 2012. Estudio de la flora polinífera en bosque de cliserie vinculado a sistema apícola productivo en los municipios de Belén y Cerinza (Boyacá). (Trabajo de grado no publicado). Programa de Biología. Universidad del Tolima. Colombia.
- Borja, P. F., G. G. Salamanca, R. S. Guzmán y T. M. Osorio. 2011. Validación de especies Botánicas de interés apícola a partir de Colección de referencia. Memorias de 46 Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. ACCB. Medellín. Colombia.
- Carpes, S. T. 2008. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do Distrito Federal. Tese de Doutor, Universidade Federal do Paraná.
- Chamorro-García, F. J., D. León-Bonilla y G. Nates-Parra. 2013. El polen apícola como producto forestal no maderable en la cordillera oriental de Colombia. *Colombia Forestal*, 16(1):53-66.
- Ciappini, M., F. Stoppani, R. Martínez y M. Alvarez. 2013. Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides en mieles de tréboles, eucalipto y alfalfa. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15(19):45-51.
- Contreras O. 2004. Relación entre el contenido de caroteno, color y características botánicas del polen corbicular. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Ingeniería en Alimentos.
- Córdova, C., E. Ramírez, E. Martínez y J. Zaldívar. 2013. Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopolinológicas. *Universidad y Ciencia*, 29(1): 163-178.
- Da Luz, C., M. Thomé e O. Barth. 2007. Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) na região de MorroAzul do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasil Bot.*, 30 (1):29-36.
- Decourtye, A., E. Mader and N. Desneux. 2010. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. *Apidologie*, 41:264-277.
- De Souza, J., L. Maciel, M. Miranda e J. Druzian. 2010. Compostos bioativos e potencial antioxidante do pólen produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 69(2):233-242.
- Dimou, M. and A. Thrasylvoulou. 2007. Seasonal variation in vegetation and pollen collected by honey bees in Thessaloniki, Greece. *Grana*, 46(4):292-299.
- Erdtman, G. 1971. Pollen morphology and plant taxonomy. Hafner publishing Company. New York. 541 p.
- Faye, P. F., A. M. Planchuelo y M. L. Molinelli. 2002. Relevamiento de la flora apícola e identificación de cargas de polen en

- el sureste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Agriscientia*, (19):19-30.
- Faye, P. y M. Molinelli. 2004. Cargas de polen provenientes del sureste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Espacio Apícola*. 72.
- Fegúndez, G. A. y M. A. Caccavara. 2003. Primeros registros de mieles Monoflorales y Cargas de Polen de soja (*Glycinemax* L.) en Argentina. *Boletín Apícola*, (24):3-6.
- Fegúndez, G., J. Muñoz y P. Reinoso. 2006. Caracterización, fenología e interés apícola de la vegetación del departamento Diamante, Entre Ríos. *Espacio Apícola*, (72):32-33.
- Ferguson, D., R. Zetter and K. Paudyal. 2007. The need for the SEM in Palaeopalinology, *Comptes Rendus Palevol*, 6(6-7):423-430.
- Flórez, D. y S. Ward. 2013. Diseño de una minicadena productiva para la apicultura orgánica en San Andrés Islas a través de un itinerario de ruta como herramienta de gestión e integración. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(2):129-147.
- Franky, A. 2008. Producir polen es la mejor alternativa en zonas de alta montaña tropical. Memorias 9 Congreso Iberoamericano de Apicultura. Corporación Centro Nacional apícola. Concepción Chile, pp. 41-42
- Girón, V.M. 1995. Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. *Boletín Museo Entomología Universidad del Valle*, 3(2):35-54.
- Gómez, M. J. 2002. Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores. *Rev. Chil.Hist. Nat.*, 75(1):105-115.
- Graikou, K., S. Kapeta, N. Aligiannis, G. Sotiroudis, G. Chondrogianni, E. Gonos and I. Chinou, 2011. Chemical analysis of greek pollen-antioxidant, antimicrobial and proteasome activation properties. *Chemical Central Journal*, 5(33):2-9.
- Guerra, P. E. 2004. Estudio analítico comparativo de cargas de polen colectadas y almacenadas por *Apis mellifera* L. en algunas zonas biogeográficas de los departamentos de Boyacá y Tolima. Trabajo de especialización en Química de productos Naturales. Departamento de Química. Universidad del Tolima. 76 p.
- Holdridge, L. 1986. Ecología basada en las zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José. Costa Rica. 214 p.
- Hernández, L. J. A. 2014. Estudio comparativo de las propiedades fisicoquímicas y valor nutricional del polen corbicular de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) de algunas zonas geográficas colombianas. Documento técnico. Oficina de Investigaciones y desarrollo científico. Universidad del Tolima. 150 p.
- Hernández, L. J., V. C. Reyes, T. M. Osorio y G. G. Salamanca. 2011. Extracción y beneficio del polen corbicular de la zona Altoandina de Boyacá (Colombia). Memorias de VIII Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos. Cibia 8. Lima-Perú.
- Isayama, V. 1988. Morfología polínica de algunas especies de la flora del Departamento de Lambayeque. *Zonas Áridas*, 5:45-60.
- Jauker, F., T. Diekötter, F. Schwarzbach and V. Wolters. 2009. Pollinator dispersal in an agricultural matrix: opposing responses of wild bees and hoverflies to landscapes structure and distance from main habitat. *Landscape Ecology*, 24:547-555.
- Keller, I., P. Fluri and A. Imdorf. 2005. Pollen nutrition and colony development in honeybees: part I. *Bee World*, 86:3-10.
- Marchini, L. C., A. C. de Camargo Carmello-Moreti, E. Weinstein-Teixeira, E. C. Almeida da Silva, R. Ribeiro Rodrigues e V. Castro-Soussa. 2001. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do estado de São Paulo. *Scientia Agrícola*, 58(2): 413-420.
- Modro, A. H., I. C. Silva, C. P. Luz and D. Message. 2009. Analysis of pollen load based on color, physicochemical composition and botanical source. *Anales da Academia Brasileira Ciências*, 81(2):281-285.

- Montenegro, G., M. Gómez y G. Ávila. 1992. Importancia relativa de especies cuyo polen es utilizado por *Apis mellifera* en el área de la reserva nacional Los Ruiles, VII Región de Chile. Acta Botánica Malacitana, (17):167-174.
- Montenegro, G., R. Pizarro, E. Mejías y S. Rodríguez. 2013. Evaluación Biológica de polen apícola de plantas de Chile. Phytón. Revista Internacional de Botánica experimental, (82):7-14.
- Muñoz, A., C. Alvarado-Ortiz, T. Blanco, B. Castañeda, J. Ruiz y A. Alvarado. 2014. Determinación de los compuestos fenólicos, flavonoides totales y capacidad antioxidante en mieles peruanas de diferentes fuentes florales. Revista de la Sociedad Química del Perú, 80(4):287-297.
- Osorio, T. M. P., T. E. Osorio y G. G. Salamanca. 2002. Aspectos climáticos relacionados con la actividad apícola tropical. **En:** IX Congreso Internacional de Actualización Apícola. Zacatecas México. pp. 66-68.
- Ramírez R. y G. Montenegro. 2004. Certificación del Origen Botánico de Miel y Polen Corbicular pertenecientes a la comuna de Litueche, VI Región de Chile. Ciencia e Investigación Agraria, 31(3):197-211.
- Sá-Otero, M.P., SM Bugarín, S. Armesto-Baztán y L.E. Díaz. 2002. Método de Determinación del Origen Geográfico del Polen Apícola Comercial. Lazaroa, (23):25-34.
- Salamanca, G. G., T. M. Osorio y O. A. Gutiérrez. 2011. Sistema trazable en el proceso de extracción y beneficio del polen corbicular colectado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en la zona Altoandina de Boyacá, Colombia. Zootecnia Tropical, 29(1):127-138.
- Sayas, R. R. y M. L. Huamán. 2009. Determinación de la flora polinífera del Valle de Oxapampa (Pasco – Perú) en base a estudios palinológicos. Ecología aplicada, 8(1-2):53-59.
- Sempe, J., C. Ramírez y G. Montenegro. 1989. Flora Utilizada como fuente de polen por *Apis mellifera* L. en la provincia de Valdivia: Análisis Cuantitativo de Polen Corbicular. Ciencia e Investigación Agraria, 16(1-2):1-6.
- Silva, L. M. y S. Restrepo. 2012. Flora apícola: determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad. Bogotá, Instituto Humboldt. 28 p.
- Uribe, C., S. Fonseca, G. Bernal, C. Contreras y O. Castellanos. 2011. Sembrando innovación para la competitividad del sector agropecuario colombiano. Bogotá D. C.: Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural.
- Ventura, K. y L. Huamán. 2008. Morfología polínica de la familia Fabaceae de la parte baja de los valles de Pativilca y Fortaleza (Lima- Perú). The Biologist, 6(2):112-134.
- Villegas, N., J. Barrientos y I. Málikov. 2012. Relación entre parámetros océano-atmosféricos y la producción de café verde en Colombia. Revista Colombia de Ciencias Hortícolas, Vol. 6(1):88-95.
- Vit, P. 2009. Origen botánico y propiedades medicinales del polen apícola. Revista médica de la Extensión Portuguesa, 3(1):1-8.
- Vit, P. y B. Santiago. 2008. Composición química de polen apícola fresco recolectado en el páramo de Misintá de Los Andes venezolanos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 58(4):411-415.
- Vivas, J. N., D. J. Maca y M. Pardo. 2008. Caracterización cualitativa del polen recolectado por *Apis mellifera* L. en tres apiarios del municipio de Popayán. Rev. Bio. Agro, 6(2):94-98.
- Webby, R. 2004. Floral origin and season alvariation of bee-collected pollens from individual colonies in New Zealand. Journal of Apicultural Research, 43(3):83-92.
- Zevallos, P. y R. Higaona. Valor pecuario y apícola de 10 especies forestales de las zonas secas y semisecas de Lambayeque. Zonas Aridas, 5:31-43.