

# GRADO DE AFRICANIZACIÓN DE LA ABEJA *Apis mellifera* DE ALGUNAS ZONAS BIOGEOGRÁFICAS DE LOS DEPARTAMENTOS DE BOYACÁ Y TOLIMA EN COLOMBIA

Guillermo Salamanca Grosso; Edgar Fernando Vargas González; Fredy Arvey Rivera Páez;  
Fernando Londoño Morales; Manuel Zapata; Ricardo Benítez; Elizabeth Hernández  
Grupo de Investigaciones Mellitopalinológicas  
y Propiedades Físicoquímicas de Alimentos  
Universidad del Tolima

[gsalaman@ut.edu.co](mailto:gsalaman@ut.edu.co)

## INTRODUCCIÓN

En Colombia se distinguen varias razas de abejas, que se introdujeron desde Europa para producción de miel. En los departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Huila y Tolima, se ha considerado *A. mellifera* como el insecto más importante en una actividad agroindustrial que ha venido creciendo en los últimos 5 años, que se ha convertido en una actividad complementaria de profesionales y campesinos en diferentes zonas biogeográficas (I.G.A.C, 1977).

A finales de 1978, se publicó un reporte relacionado con el diagnóstico y perspectivas de la apicultura en Colombia, (Cornejo, 1978). En este trabajo se relaciona el porcentaje de pureza de las razas en 18 de los más importantes departamentos con actividad apícola en el país. La producción nacional comenzó a soportarse en abejas criollas y las resultantes del fenómeno de africanización, la Federación Nacional de Cafeteros recomendó entonces técnicas masivas de producción de reinas a partir de Carniolas importadas, que se dispusieron en el centro piloto de Trujillo (Valle), que se distribuyeron en todo el territorio nacional. El efecto de africanización de las abejas en el país, es el resultado de su expansión desde Brasil. Este híbrido, es la más pequeña de la especie, con pilosidad y glosa corta. El entrecruzamiento, ha dado origen a una abeja cuya defensividad es elevada en la F2, entre tanto que su capacidad para coleccionar néctar es en promedio un 30% superior a las abejas europeas. Los machos son atraídos por las reinas europeas que las fecundan y no se ha comprobado la inseminación natural de *A. mellifera* Scutellata por machos de *A. mellifera* Ligústica. Al principio se identificó la abeja africana importada a Brasil como perteneciente a *A. mellifera* Andasonii, pero se ha demostrado que se trata de *A. mellifera* Scutellata (Amaya, 1983; Morales, 1989). Actualmente los estudios filogenéticos relacionados con la dispersión de la abeja africanizada se realizan mediante técnicas de biología molecular, en particular siguiendo el análisis del ADN mitocondrial o el análisis isoenzimático principalmente para malato deshidrogenasa, Prada et al (2004), aunque las caracterizaciones mediante morfometría se sigue usando Gúzman-Novoa, et al (1994). La morfometría de *Apis mellifera* (L), es importante para el estudio de razas o subespecies y de los híbridos, permitiendo su clasificación e identificación, Daly, (1978). Louveaux, Ruttner y Cornvet, (1975), Bottcher, (1975), Díaz, (1981), Ruttner, (1987).

Conforme a los trabajos de Daly y Balling (1978), adaptados por Molina (1979) los estimativos de clasificación y grado de africanización, a partir de análisis discriminantes, arrojan valores finales para abejas europeas en el orden de (0.920) y para las africanas de (-2.705), siendo el punto medio de (-0.893). Se ha encontrado que en el análisis de colmenas de un mismo apiario, la respuesta al grado de africanización, no es homogénea para todas las zonas; presentando niveles bajos de africanización en

algunos casos, mientras que otras demostraron características morfométricas típicas de abejas europeas e híbridas (Rinderer, 1993). En investigación sobre morfometría a nivel de laboratorio, bajo condiciones de inseminación artificial, han permitido observar que reinas inseminadas artificialmente con semen de un mismo zángano, producen colonias de obreras con diferentes características morfométricas, que permiten su clasificación de acuerdo a fenotipo predominante y que permiten su discriminación conforme a los parámetros correspondientes al

Estos factores son conocidos como se les donde los factores de discriminación de mellifera (*FDm*) de 0.75, cuando provienen de un solo macho, o una mezcla de coeficientes (0.75 y 0.25) cuando se producen por inseminación con muchos zánganos provenientes de diferentes reinas y (0.75 y 0.50), cuando los machos utilizados en la inseminación provienen de una sola madre. Como se sabe, el fenotipo de un organismo como las abejas, depende no solo de su genotipo sino también en mayor o menor grado, de las condiciones ambientales que lo rodean.

En los departamentos de Boyacá y Tolima, se distinguen diversas zonas de vida, (Holdrige, 1989), destacándose las correspondientes a las consociaciones de bosque seco tropical (*bs-T*), Bosque húmedo tropical (*bh-T*), bosque seco montano bajo (*bs-MB*) y bosque húmedo premontano (*bh-PM*), bosque muy húmedo premontano (*bmh-PM*) y las regiones de subparamo (*sp-B*), donde se adelantan explotaciones apícolas.

## OBJETIVOS

En este trabajo se evalúa la dispersión de la abeja africanizada en diferentes zonas biogeográficas colombianas y así como la distribución de híbridos africanizados con características europeas y europeos con africanización, así como su correlación altitudinal en las consociaciones de Valle Interandino y Alta Montaña en los departamentos de Boyacá y Tolima.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio correspondiente a las características morfométricas en Boyacá, se realizó en las zonas de vida de bosque seco montano bajo (*bs-MB*) entre 2600 a 2800 (m.s.n.m) y una muestra ubicada a 3200 (m.s.n.m) en condiciones de subpáramo bajo (tipo páramo), a una temperatura entre 12 y 14 °C en la mayoría de los muestreos y 8 °C en el caso de páramo. Las zonas cobijadas correspondieron a la población apícola de la provincia del Norte, Sugamuxí, Tundama y Valderrama. Se estudiaron 36 colmenas, pertenecientes a 18 apiarios divididos en 9 zonas de estudio, en los municipios de: Belén, Cerinza, Duitama, Paipa, Paz de Río, Santa Rosa de Viterbo, Sativanorte, Tibasosa y Tutasá. Entretanto para el caso del Tolima, se estudiaron 116 colmenas, pertenecientes a 24 apiarios divididos en 10 zonas de estudio, localizadas en los municipios de: Ibagué, Líbano y sus áreas de influencia (Rovira y Anzoátegui) y que comprenden las consociaciones de (*bs-T*) y las zonas cafeteras de (*bh-PM*) y (*bmh-PM*).

La recolección de especímenes de abejas en cada una de las zonas se realizó por el método de muestreo por conglomerados trietápicos escogiendo apiarios representativos. En todos los casos se seleccionaron al menos 50 individuos de manera aleatoria, de los cuales se extrajo una submuestra para reducir el número de individuos a estudiar hasta

10 por colmena. Las abejas de la submuestra se adormecieron con éter lo cual provocó la eversión de sus trompas. Después de dormidas se cambiaron a un envase con “Solución AGA” compuesta por un 85% de etanol al 70%, 5% de ácido acético glacial, 5% de glicerina y 5% de agua destilada para conservarlas hasta su observación en el laboratorio, (Díaz, 1981; Salamanca, 2001).

El trabajo de laboratorio se inició con la preparación del material fijado con glicerina y la posterior disección y medida de las estructuras: longitud del ala anterior derecha (V1), ancho del ala anterior derecha (V2), longitud del ala posterior derecha (V3), número de garfios del ala posterior (V4), longitud de la trompa (V5), longitud de la tibia pata posterior (V6), longitud fémur pata posterior (V7), ancho del cuarto tergito (V8), longitud del cuarto tergito. (V9), longitud banda cuarto tergito (V10), ancho del cuarto esternito. (V11) y longitud del cuarto esternito (V12). Las disecciones se realizaron bajo un estereoscopio SZ-PT OLYMPUS y las mediciones bajo un ocular milimétrico strobium de 16X con escala de 0.1 mm de precisión, cada abeja se consideró en un diseño experimental como un vector de 12 variables. Las muestras de abejas recogidas en las colmenas fueron superiores a las necesarias y de éstas finalmente se tomaron al azar diez individuos necesarios para el estudio. Todos los caracteres con excepción del número de garfios fueron medidos a 16 aumentos con un mínimo de 0.05 mm, que se observaron bajo el ocular de 40 aumentos en el estereoscopio. Se realizaron pruebas estadísticas descriptivas y de análisis multivariado por pruebas de clasificación, análisis discriminante factorial y cluster sobre las variables morfométricas de caracterización del grado de africanización. Se empleo en todos los casos los paquetes estadísticos: Statistica 4.1<sup>©</sup> 1994 y Stagraphic 5.1 plus<sup>©</sup> 2001. La similitud entre las variables medias resultantes de la caracterización morfométrica entre consociaciones biogeográficas se realizo usando un test de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la población de abejas analizadas, los indicadores morfométricos de capacidad de pecoreo y en particular el tamaño del ala anterior derecha (V1) resultaron mayores en especímenes de las zonas biogeográficas de Boyacá, con un promedio global de  $(8.88 \pm 0.15)$  mm, sensiblemente mayor respecto del observado en la población apícola del Tolima, con  $(8.63 \pm 0.17)$  mm, característica que se mantiene en los promedios para el ancho del ala anterior (V2)  $(3.09 \pm 0.083)$  y  $(3.03 \pm 0.080)$  mm, longitud del ala posterior derecha (V3)  $(4.27 \pm 0.10)$  y  $(4.14 \pm 0.09)$  mm respectivamente. No se percibió en cambio diferencias importantes entre el número de garfios del ala posterior, los cuales se acoplan con el par anterior facilitando los desplazamientos del insecto en periodos de vuelo rápidos y cortos.

En *A. mellifera*, la capacidad y habilidad para libar y transportar néctar, indirectamente se podrían correlacionar con el tamaño de la glosa y el volumen del abdomen (que ocupa la tercera parte del total y que contiene al buche, las glándulas cereras y de Nasanoff entre otros órganos), ésta unidad comprende el sistema de tergitos y esternitos. El tamaño de la glosa (V5) en las abejas del Tolima, es significativamente mas pequeño respecto de las abejas de Boyacá con  $(5.43 \pm 0.50)$  mm frente a  $(5.71 \pm 0.54)$  mm respectivamente; éste comportamiento se presenta el caso del volumen del abdomen, como se deduce de los promedios de la longitud (V9) y ancho (V8) del cuarto tergito, y la longitud banda del cuarto tergito (V10) banda de color del cuarto tergito y cuarto esternito

Las variables indicadoras de fuerza mecánica tamaño de la tibia y el fémur en *A. mellifera*, es comparable en las abejas de las zonas estudiadas. En el caso de los especímenes de Boyacá, (V6) fue de  $(2.96 \pm 0.11)$  frente a  $(2.96 \pm 0.22)$  mm, de las abejas del Tolima. La longitud de sus fémures (V7) en el primer caso oscilo entre  $(2.54 \pm 0.07)$  mm, frente a  $(2.50 \pm 0.08)$  mm en las abejas del Tolima. Las variaciones para el ancho (V11) y largo (V12) del cuarto esternito no presentaron diferencias importantes entre las dos poblaciones, al ser comparables sus promedios con  $(4.96 \pm 0.14)$  y  $(4.80 \pm 0.16)$  mm respectivamente.

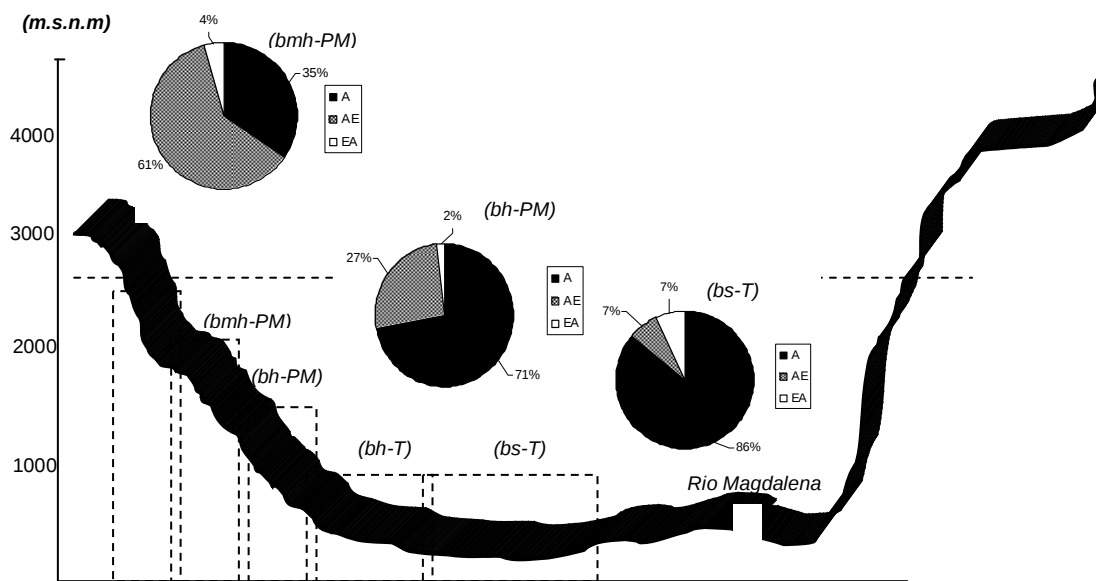
El análisis de varianza (ANOVA) global para los parámetros morfométricos de la población apícola de Boyacá y Tolima, conforme a las zonas biogeográficas, presenta diferencias significativas ( $P\text{valor} < 0.05$ ). El test de Tukey, muestra grupos de abejas adultas, con promedios comparables entre sí respecto de algunas de sus variables, conforme a las zonas biogeográficas a las que pertenecen, bien sea en el valle interandino, zona cafetera o en la meseta altoandina de Boyacá. Es el caso de la variable longitud de la glosa de las abejas de la consociaciones (*bs-MB*), (*sp-B*) y (*bh-MB*) cuyos promedios son comparables entre si en alto grado, como lo son también los de las zonas; de igual manera ocurre con los promedios de las zonas (*bh-PM*) y (*bs-T*) cuyos limites climáticos y topográficos son muy cercanos. Con la misma letra se muestra en la tabla I las poblaciones de abejas, que son significativamente comparables.

**Tabla I. Test de Tukey para las variables morfométricas por zona biogeográfica para la población de *A. mellifera***

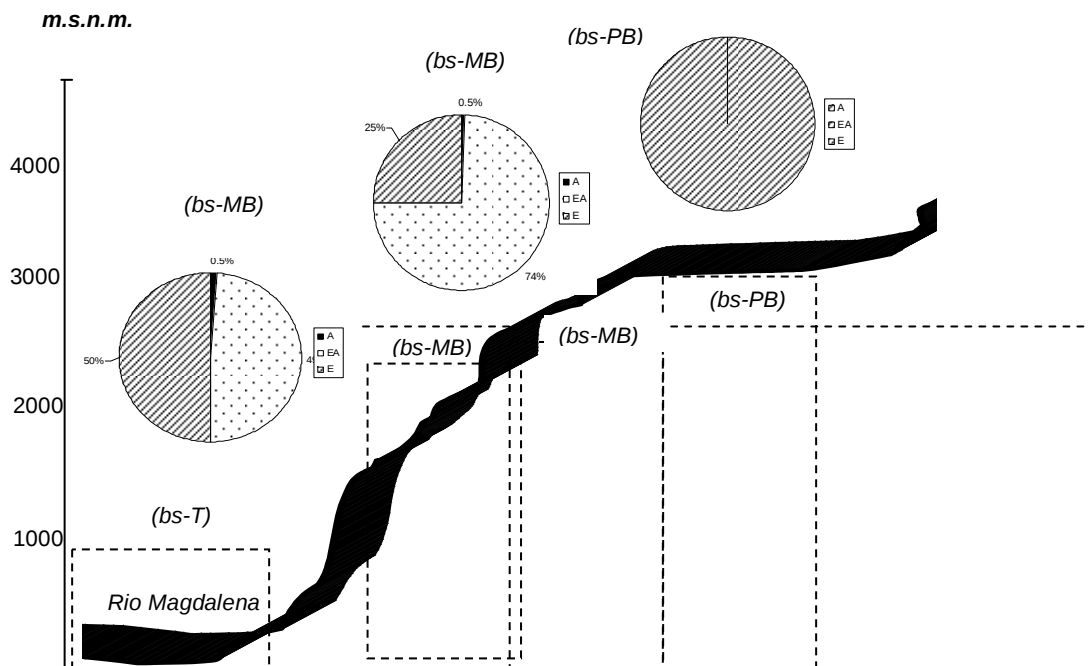
| V   | Zona biogeográfica |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|     | <i>bs-Mb</i>       | <i>bh-MB</i>          | <i>bh-PM</i>          | <i>bs-T</i>           | <i>bmh-PM</i>         | <i>bp-B</i>           |
| V1  | $8.86 \pm 0.14^a$  | $8.96 \pm 0.14^a$     | $8.63 \pm 0.16^{b,c}$ | $8.60 \pm 0.19^b$     | $8.66 \pm 0.17^c$     | $8.98 \pm 0.17^a$     |
| V2  | $3.08 \pm 0.08^c$  | $3.13 \pm 0.07^{b,c}$ | $3.04 \pm 0.08^a$     | $3.02 \pm 0.08^a$     | $3.04 \pm 0.07^a$     | $3.11 \pm 0.10^{b,c}$ |
| V3  | $4.27 \pm 0.09^a$  | $4.29 \pm 0.12^{a,b}$ | $4.14 \pm 0.09^{c,d}$ | $4.14 \pm 0.09^d$     | $4.16 \pm 0.09^c$     | $4.32 \pm 0.12^b$     |
| V4  | $21.9 \pm 2.48^a$  | $22.4 \pm 1.96^b$     | $21.2 \pm 2.03^a$     | $21.4 \pm 1.59^{a,c}$ | $21.1 \pm 1.64^c$     | $22.6 \pm 2.00^b$     |
| V5  | $5.73 \pm 0.50^a$  | $5.63 \pm 0.63^{a,b}$ | $5.28 \pm 0.53^c$     | $5.32 \pm 0.52^c$     | $5.66 \pm 0.33^a$     | $5.63 \pm 0.68^b$     |
| V6  | $2.97 \pm 0.07^a$  | $3.02 \pm 0.07^b$     | $3.09 \pm 0.10^b$     | $3.10 \pm 0.10^b$     | $3.14 \pm 0.07$       | $2.99 \pm 0.07^{a,b}$ |
| V7  | $2.53 \pm 0.06^a$  | $2.58 \pm 0.08^c$     | $2.49 \pm 0.08^b$     | $2.49 \pm 0.08^b$     | $2.53 \pm 0.07^{a,c}$ | $2.60 \pm 0.07^c$     |
| V8  | $9.10 \pm 0.25$    | $9.36 \pm 0.22^a$     | $8.73 \pm 0.46^{b,c}$ | $8.66 \pm 0.26^b$     | $8.84 \pm 0.23^c$     | $9.37 \pm 0.27^a$     |
| V9  | $2.18 \pm 0.08^a$  | $2.17 \pm 0.06^a$     | $2.14 \pm 0.09^{b,c}$ | $2.14 \pm 0.09^b$     | $2.15 \pm 0.08^c$     | $2.17 \pm 0.07^a$     |
| V10 | $1.32 \pm 0.53^a$  | $1.47 \pm 0.55^a$     | $0.75 \pm 0.25^{b,c}$ | $0.76 \pm 0.29^b$     | $0.82 \pm 0.25^c$     | $1.70 \pm 0.56$       |
| V11 | $4.93 \pm 0.13$    | $5.07 \pm 0.15^a$     | $4.82 \pm 0.18^b$     | $4.78 \pm 0.16$       | $4.81 \pm 0.14^b$     | $5.06 \pm 0.14^a$     |
| V12 | $2.53 \pm 0.08$    | $2.59 \pm 0.11^b$     | $2.56 \pm 0.11^c$     | $2.56 \pm 0.09^c$     | $2.58 \pm 0.09^{a,b}$ | $2.58 \pm 0.11^a$     |

La variable V1 de las abejas de la zona (*bs-Mb*), es comparable con las de (*bp-B*), mientras que las abejas de las consociaciones (*bh-PM*, *bs-T* y *bmh-PM*) son similares entre si. Este mismo comportamiento puede ser observado para las variables V5, V6 y V10 entre otras.

La distribución del perfil de (*FDm*), conforme a los pisos altitudinales, se muestra en la figuras 1 y 2. Aparentemente el régimen de lluvias y las condiciones de clima son parte de la barrera que limita la expansión de la abeja en las zonas de alta montaña en América tropical y subtropical, (Salamanca, 2001).



**Figura 1.** Perfil de morfotipos de abejas híbridas colombianas de las zonas biogeográficas de *bh-PM*, *bmh-PM* y *bs-T*: Africanizada(A), Africanizada con europea (AE) y Europea con africanizada (EA) departamento del Tolima.



**Figura 2.** Perfil de morfotipos de abejas híbridas colombianas de las zonas biogeográficas de bosque humedo montanobajo, bosque seco montano bajo y de subparamo bajo: Europea con africanizada (EA) y Europea departamento de Boyacá.

Los perfiles de distribución de morfotipos en las seis zonas de estudio muestran un gradiente de abejas europeas desde la zona de (bs-MB) con 74% de europeas híbridas con africanizadas (EA), 25% de europeas (E) y solo 0.5% de africanizadas netas. En la zona (bh-MB), los valores para morfotipos de europea son del orden de 50% y en la zona de subparamo bajo los morfotipos son completamente de europea. Este comportamiento es similar en las zonas del Tolima, donde se nota la disminución del

gradiente de africanización desde la zona (bs-T) con 86% (A), a 31% en la consociación (bh-PM) y 35% en (bmh-PM). El vigor híbrido africano con europea (AE) y Europea con africana (EA), es mayor en estas dos últimas consociaciones.

Las zonas apícolas consideradas en éste trabajo no han sido ajenas al fenómeno, presentándose un marcado grado de hibridación facilitado por las condiciones climáticas y con limitación hacia la zona de alta montaña. En Colombia, *A. mellifera*, ha demostrado un alto grado de entrecruzamiento con vigor híbrido africanizado que se refleja en la variabilidad de parámetros definidos para abejas de razas puras, (Neves *et al*, 1978; Guzmán-Novoa, 1994). La expansión del fenómeno de la africanización en el trópico se manifiesta en el tamaño de la abeja obrera adulta, que en climas templados encuentra condiciones óptimas para su reproducción además de los recursos que suplen sus necesidades alimentarias, situación que puede ser aprovechada realizando apicultura intensiva con buenas prácticas de manejo del insecto. (Sheppard, 1991; Villa, 1991; Rinderer *et al*, 1993; Quezada-Euán, 1995, 1998 y 2003).

Los resultados de éste trabajo, son consistentes con la teoría del límite climático, que puede explicar el predominio de abejas africanizadas en zonas de calidad. La abeja híbrida del entorno climático cálido, presenta una mayor actividad en el pecoreo frente a la flora, que las abejas de raza pura o híbridos europeos, además de mostrar una actitud más defensiva. Los apicultores de las zonas frías de alta montaña, durante la introgresión de las abejas africanizadas en principio se ven favorecidos al disponer de una barrera climática, que todavía no se mantiene. El porcentaje de abejas africanizadas en zona alto- andina es todavía bajo, aunque se está incrementando el uso de reinas híbridas criadas a partir de líneas africanizadas seleccionadas, esta sería la explicación de la presencia de híbridos en algunas de las consociaciones del Tolima, principalmente en las de bosque seco tropical y húmedo premontano.

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos gratitud con los apicultores colombianos de las zonas de Boyacá y Tolima y Valle, por facilitar las muestras necesarias para completar este trabajo. A la Universidad del Tolima, por el espacio en la realización de las determinaciones. A la agencia Española de Cooperación Iberoamericana y las Universidades de Murcia y Politécnica de Valencia (España).

## REFERENCIAS

Cornejo, L. G. (1978). Estudio sobre mercadeo para mieles de abeja en Colombia. UNCTAD/GATT. Ministerio de Agricultura. Colombia.

Daly, H.; Balling, S.; (1978). *Identification of africanized honeybees in the western hemisphere by discriminant analysis*. J. Kansas Entomol. Soc. 51(4): 857-869.

Díaz, M. (1981). Características morfológicas de la abeja (*Apis mellifera*) en las diferentes regiones de Cuba, donde se seleccionarán colmenas para constituir apiarios de reserva. Agrotecnia de Cuba. 13 (1).

Gúzman-Novoa, E.; Pahe, R. Jr.; Fondrk, K. (1994). *Morphometric Techniques do not detect intermediate and low Levels of Africanization in Honeybee (Hymenoptera: Apidae) Colonies*. Entomological Soc. of Ame. (87). 507-515.

Holdrige, (1989). Ecología basada en las zonas de vida. Servicio Editorial IICA San José Costa Rica.

I.G.A.C.: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1977). *Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia*. Bol. Inst. Geogr.. Agustín Codazzi. Bogotá. 13. (11): 1-238.

Louveaux, J.; Ruttner, J.; Corvet, P. (1975). *Biometría de la abeja*. XXV Congreso Internacional de Apicultura. Grenoble, Francia. P 386-388.

Morales, S. G. (1989). Estudio comparativo de colmenas y materiales de construcción y su relación con el manejo y productividad de la abeja africanizada. Revista de la Sociedad Colombiana de Entomología. (16): 36-54.

Neves, L. (1978). Obsevações comparativas entre abelhas africanizadas e italianas em relação ao comportamento de coleta de alimento. Anais do II Congresso Latino-Iberoamericano de Apicultura. Mar del Plata Argentina.

Prada Q. C.F; Salamanca, G. G.; Del Lama, M. A (2004). Genetic status of honeybees (*Apis mellifera* L.) in Colombia today. Journal of Apicultural Research (En prensa).

Quezada-Euan, J.J.; Pérez-Castro, E.E.; May-Itza, W. (2003). Hybridation between european and african-derived honeybee populations (*Apis mellifera*) at the different altitudes in Peru. Apidology. 34. 217-225.

Rinderer, T. (1981). Size of nest cavities selected by swarms of africanized honey bees in Venezuela. J. Apic. Res. 20(3):160-164.

Rinderer, E. T.; Benjamin, P. O.; Sheppard, W. (1993). Africanized bees in U.S. Scientific American. December. 52-58.

Ruttner, F. (1987). Biogeography and taxonomy of honeybees. Spring Verlag. Berling. New York. Heidelberg.

Salamanca, G. G. (2001). Estudio analítico comparativo de las propiedades físicoquímicos y microbiológicas de mieles de Boyacá y Tolima. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Sheppard, W. S.; Rinderer, T.E. ; Mazolli, J. A.; Stelzer, J.A. ; Shimanuki, H. (1991<sup>a</sup>). Gene flow between African and European derived honeybee population in Argetina. Nature, 349. 782-784.

Sheppard, W. S., Soares A.E. E.; Dejong, D.; Shimanuki, H. (1991<sup>b</sup>) Hybrid status of honeybee population near the historic of the the africanization in Brazil. *Apidology*. 22. 643-652.