

INFLUENCIA DE LOS FACTORES AGROMETEOROLÓGICOS EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS ECOSISTEMAS APÍCOLAS EN LOS PERÍODOS POCO LLUVIOSOS (PPLL) 1982-83 Y 2003-04.

Autores: José Manuel Bande González¹, Casimiro Delgado Torres y Yoandra Valle Vargas⁴.

Introducción

Los ecosistemas apícolas son sistemas biológicos formados por comunidades bióticas y el hábitat, los cuales conviven en constante interacción y equilibrio dinámico (1). Un planeta, un océano, un bosque, un campo de maíz o un apiario son algunos ejemplos de ecosistemas en diferentes dimensiones. El ecosistema no es una unidad estática, sino funcional donde interactúan los factores ambientales, entre los que se encuentran los bióticos, atmosféricos o climáticos, los fisiográficos y edáficos. El equilibrio entre estos factores puede ser valorado cuantitativamente mediante la productividad del ecosistema y sus relaciones. En el caso del ecosistema apícola, concebido desde el apiario, con un área de 3 km de radio, hasta una región determinada, el rendimiento de miel por colmena (Kg / col.) es uno de los indicadores que se pueden emplear para medir la estabilidad del sistema.

En general el clima en Cuba es del tipo *Cálido Tropical o Tropical estacionalmente húmedo*, con dos estaciones: una lluviosa, comprendida entre los meses de mayo a octubre, y la otra, poco lluviosa, desde noviembre hasta abril (2). En el período poco lluvioso (PPLL) o seco están registradas del 18 al 30 % de las precipitaciones totales del año, por lo general estas lluvias son poco intensas y las tormentas menos frecuente con relación al período lluvioso (PLL). El PPLL puede ser concebido en dos subperíodos: El de noviembre a febrero, coincidente con el final del otoño y la totalidad del invierno, caracterizado por las lluvias frontales y las bajas temperaturas de los frentes fríos, que tienen gran influencia en la región occidental. El subperíodo de marzo a abril corresponde con el inicio de la estación de primavera, donde las escasas lluvias los escasos frentes fríos y el inicio de la actividad convectiva (1).

Con relación a las 477 especies melíferas y políferas descritas por el Ing. Julián Acuña en 1970 (3), en el PPLL se encuentran en fase reproductiva o fenofase de floración un promedio mensual que varía desde el 24 % en el mes de noviembre hasta el 55 % en abril. Entre las especies de mayor relevancia para la producción apícola se encuentran: La Campanilla morada, el Aguinaldo blanco, la Varía, el Piñón florido, los Cítricos, el Romerillo de costa, la Zarza, el Júcaro, el Cuyá, la Poma rosa, la Víbona, el Guao de costa, el Soplillo, el Mangle prieto, entre otras. La floración de estas y otras plantas melíferas garantiza en el PLL el acopio del 66 % de la producción de miel anual del país (Tabla 1).

Estudios realizados en Cuba durante los últimos años han demostrado la existencia de variaciones importantes del clima, con especial énfasis en la temperatura media anual del aire, donde son reportados incrementos en el orden de los 0.5 °C, así como, en el aumento de las afectaciones por eventos climáticos extremos como la sequía y los huracanes (2).

Considerando que, los factores agrometeorológicos, en condiciones extremas, pueden evidenciar con mayor claridad cuales son sus relaciones sobre los ecosistemas apícolas y en particular en el desarrollo de las colonias de abejas *Apis melíferas*, la flora Apícola, las enfermedades de las abejas y la producción; el presente trabajo tiene como objetivo principal analizar las correlaciones entre los factores agrometeorológicos y el rendimiento apícola, además conocer la estabilidad de los ecosistemas apícolas ante el cambio climático en el período poco lluvioso (PPLL) y en algunas zonas del país. Sobre estos temas han presentado numerosos trabajos autores como: Pérez, 1979 (4); Jong, Morce y Goncalves, 1983 (5); Progunkov, 1983 (6); Simidchev, 1983 (7); Gonzalez, 1983 (8); Pinzauti, 1983 (9); Smith, 1983 (10) y Salamanca 2004 (11), entre otros.

Materiales y métodos

Para el estudio fueron seleccionados los datos correspondientes a los períodos poco lluviosos (PPLL) 1982-83 y 2003-04: el primero, por representar uno de los años ENOS más activo del siglo XX y coincidir con la producción récord de 10212 t de miel y un rendimiento de 53.4 Kg/col) y el otro, por corresponder a uno de los más secos en Cuba y de menor producción con 6150 t de miel y una productividad de 44.0 Kg/col. (12, 13, y 14). Los datos meteorológicos fueron tomados de 70 estaciones meteorológicas correspondientes a la Red de Estaciones Meteorológicas del Instituto de Meteorología (INSMET) y la información de lluvia fue tomada de 630 estaciones pluviométricas que corresponde a la Red Pluviométrica del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH). Para la confección de los mapas fue empleado el sistema de procesamiento geoespacial realizado por Gutiérrez y Álvarez (2000).

En el siguiente trabajo se realizó un estudio de un grupo de factores agrometeorológicos y productivos como las temperaturas máxima ($T_{\text{máx.}}$), mínima ($T_{\text{mín.}}$) y media ($T_{\text{med.}}$), la humedad relativa del aire (Hr), el período de insolación (P_i), la velocidad del viento (V_v), las lluvias (LL) y los rendimientos (Rend.) correspondientes a los PPLL 1982-83 y 2003-04. de los años 1983 y 2004. Los datos fueron tabulados en la hoja de cálculo Excel y posteriormente exportados para el paquete estadístico Stargraphics Versión 4.0 para ser procesados estadísticamente, a estos valores se le realizó un análisis de varianza simple de un solo factor para determinar si existían diferencias entre los factores agrometeorológicos y el rendimiento en el período lluvioso. Para cada factor se calculó el Coeficiente de correlación (r) y Coeficiente de determinación (r^2) sobre los rendimientos en las regiones occidentales y orientales. Además, se analizó los perfiles eco climático de cada variable durante los seis meses del período poco lluvioso (PPLL). En la región occidental estudiada fueron incluidas las provincias desde Pinar del Río hasta Ciego de Ávila, incluyendo a la Isla de la Juventud; en la oriental, Camaguey hasta Guantánamo, esta división fue adoptada por las similitudes de los rendimientos históricos en cada uno de los territorios descritos, altos en el centro y occidente y bajos en oriente.

Resultados

Las comparaciones entre los factores agrometeorológicos y productivos a nivel nacional entre los PPLL 1982-83 y 2003-04 no aportaron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, las mayores diferencias absolutas se encuentran en la $T_{\text{máx.}}$ (0.39 °C), la Hr (-2.31 %), la V_v (1.2 m/s) y las LL (-93 mm), indicadores que sugieren un PPLL 2003-04 más seco y caliente. Opuesto a lo que la lógica indica, ante estas condiciones el rendimiento de miel promedio mensual por colmena no disminuyó, sino que al contrario creció en 0.12 Kg/col (Tabla 3). ¿Cómo puede explicarse dicho comportamiento?: Hay dos aspectos que pueden ayudar a esclarecer la interrogante, el primero se trata de una evidente **relación de éxito o adaptación** en los ecosistemas apícolas, capaz de resistir los cambios agrometeorológicos registrados en esta etapa, este criterio está sustentado por el bajo número de correlaciones detectadas en el PPLL y los niveles de confort identificados para las colonias de abejas. En segundo lugar, la productividad en el PPLL puede estar influenciada por factores agrometeorológicos del PLL que le antecede, donde las condiciones de lluvia y temperatura son más favorables para el desarrollo vegetativo y la acumulación de azúcares en las plantas melíferas y políferas.

En total fueron encontradas 18 correlaciones significativas, de estas, 2 pertenecen al nivel nacional: la Hr y la Vv con 0.28** y -0.18* respectivamente (tabla 4). Estos resultados indican que la disminución de la humedad relativa y el aumento de la velocidad del viento tienden a limitar de alguna manera la productividad. Según se expresa en los coeficientes de determinación, estas relaciones pueden afectar la productividad de las colonias de abejas en 8 y 3 % respectivamente (Tabla 4). Es importante tener en consideración, que estas correlaciones no son absolutas y dependen de la interacción con otros factores, es por esa razón que no se manifiestan en el PPLL 1982-83, más húmedo, y si están presentes en el PPLL 2003-04, más seco (Tabla 2).

Respecto a estas relaciones, Quintero y Alonso (1980) plantean que la reducción de la Hr puede provocar un desequilibrio entre la transpiración y la absorción en las plantas: si la Hr es muy baja, la velocidad de transpiración se incrementa considerablemente y en ciertos momentos llega a superar la capacidad de absorción de agua por las raíces, por lo que la planta sufre de marchitamiento temporal. Cuando las hojas de las plantas se marchitan, por esta causa, cierran parcialmente las estomas, limitando el intercambio gaseoso con la atmósfera y por consiguiente se origina la reducción de la actividad de fotosíntesis. Además, cuando la Hr del aire es baja, el incremento de la transpiración y la evaporación del agua del suelo disminuyen rápidamente la fuente de abastecimiento de agua para la planta y sufren las consecuencias de la sequía (1), esta correlación debe ser más pronunciada en condiciones de terrenos áridos y costeros.

Por otra parte, el aumento de la Vv, principalmente en los meses de marzo y abril, provoca la caída de hojas y flores, acelera la transpiración de las plantas y la evaporación del agua en el suelo y puede causar la desecación de los azúcares en los nectarios (1). El viento frío y seco de los “Frentes fríos”, tiene también un efecto sinérgico sobre la reducción de la Hr y contribuye a reducir la disponibilidad de néctar, así como refiere Jean Prost: “...el mistral frío y seco detiene la cosecha...” (15). Además, la acción mecánica del viento sobre las flores y el vuelo de las abejas puede tener, en determinadas circunstancias, un efecto adverso.

Un aspecto interesante es la no identificación de relaciones significativas entre las temperaturas y la productividad (Tabla 4), como las encontradas por el Master Adolfo Pérez (1979) durante el 4^o, 2^o y 1^o trimestre del año (4). ¿A que se deben estas diferencias? esto puede estar ocasionado por las contradicciones que se presentan a lo largo del PPLL, por ejemplo: en los meses de noviembre y diciembre es lógica la manifestación de una correlación negativa, sin embargo, en el mes de enero las temperaturas continúan descendiendo, pero los rendimientos no crecen, sino que al contrario, descienden bruscamente a niveles muy bajos (Tabla 1, 5 y 6); otro ejemplo se encuentra en el 2^o trimestre donde temperaturas y rendimientos crece simultáneamente, por lo que, el razonamiento lógico es el de una relación positiva, o sea, a mayor temperatura; mayor rendimiento y viceversa (Tabla 5 y 6). El mismo Pérez (1979), en los años del 1966-70 y 1971-77 encuentra estas contradicciones en el 1^o trimestre (-0.55 y 0.04 respectivamente); en el 2^o son negativas y bajas (-0.29 y -0.22) y en el 4^o se incrementan la tendencia negativa en la zona occidental (-0.69 y -0.67), mientras que en la oriental cambia el sentido a positivas (0.63 y 0.28).

Cuando fueron comparados los rendimientos promedios por meses se observan variaciones que en unos casos favorecen al PPLL 1982-83 (noviembre, diciembre y abril) y en otras al 2003-04 (enero, febrero y mayo). Esto pudiera ser interpretado de manera que las condiciones de mayor humedad son más beneficiosas para las floraciones de los primeros tres meses citados; mientras que para los otros tres no las favorece (Tabla 5 y 6). Es importante aclarar que, la diferencia productiva de -219.5 t de miel en el

PPLL 2003-04 está dada por otros factores como son la disminución del parque de colmenas en -38191 colonias de abejas (Tabla 3), es por esta razón que el análisis de las relaciones se hace en base a los rendimientos por colmenas y no con la producción total del período.

La región occidental, presenta características agrometeorológicas y de rendimientos similares a las encontradas en el país, pero con sus particularidades propias de una zona más fría y húmeda; en comparación con la oriental (1). En esta zona fueron identificadas un total 2 correlaciones, ambas vinculadas a las temperaturas: Tmax. (0.26*) y Tmed. (0.21*) y de manera particular aparecen 3 en el PPLL 2003-04: la Hr (0.44**), el Pi (0.36*) y la Vv (-0.45**) (Tabla 7). Estas correlaciones demuestran como el incremento de las temperaturas, favorecen los rendimientos por colmena, así como la disminución de estas los reduce. Similar comportamiento se observa en la Hr y el Pi, mientras que el incremento de la Vv hace mermar la productividad de los ecosistemas apícolas (Tabla 7).

Las correlaciones positivas en las temperaturas tiene una explicación muy lógica basada en las características de las abejas como animal de sangre fría (poiquilotermo), por ejemplo: cuando la temperatura es inferior a los 14⁰ C, el enjambre de abejas en la colmena detiene las funciones de reproducción, desarrollo y producción para adoptar un comportamiento de subsistencia, que consiste en formar una especie de “pelota de invernada”, donde las abejas pueden generar y mantener una temperatura de 33 a 35⁰ C, toda cría que este fuera del enjambre sufrirá serias consecuencias (16). En Cuba se alcanzan niveles de temperaturas muy inferiores a los 14⁰ C durante las noches de invierno, principalmente en la zona occidental, en estas condiciones se pueden producir afectaciones en el confort de las abejas durante la noche. Sin embargo, durante el día el saldo es positivo, lo que permite alcanzar un grado de confort promedio para las colonias de abejas calificado como favorable en la escala diseñada por el Master Casimiro Delgado y colaboradores (17) (Tabla 13). Otro segmento del ecosistema apícola donde el factor temperatura ejerce una poderosa acción es la vegetación, donde la mayoría de las funciones fisiológicas son intensas entre los 10 y 30⁰C, como ejemplo, puede ser señalada la fotosíntesis que se duplica por cada 10⁰ C de incremento (1).

La relación positiva del Pi coincide con la encontrada por Pérez (4). La explicación de esta relación puede estar en el comportamiento de las especies fotosensibles como son las Campanilla Morada (*Ipomoea triloba*) y Aguinaldo Blanco (*Turbina corimbosa*) (Tabla2). La influencia de esta correlación, pudiera ser la base para explicar las causas que originan la deriva en las fenofase de floración, que en algunas ocasiones hacen desplazar parte de la producción de noviembre para diciembre y la de diciembre para enero. Según Quintero y Alonso (1980) el Pi es una de las causas directas de esos desplazamientos (1)

En el PPLL 2003-04 de la región occidental el rendimiento por colmena muestra incrementos de 0.6 Kg/colm, a pesar, de las variaciones climáticas en la Tmax. y la reducción de la Hr, y las LL, parámetros que demuestran un período más seco que el de 1982-83 y confirma la estabilidad de los ecosistemas apícolas en el PPLL (tabla 7).

Desde el punto de vista del estado de confort para la actividad de las colonias de abejas, el PPLL al nivel nacional clasifica como favorable por la temperatura media y la humedad relativa y optimo para la velocidad del viento (Tabla 13).

La zona oriental se caracteriza por ser más calida y seca (tabla 10), razón por la cual el rendimiento promedio en el PPLL 2003-04 se redujo en 1.1 Kg/col, esto demuestra que los ecosistemas apícolas son más sensibles a los cambios climáticos en esta región. En total fueron detectadas 2 correlaciones, una que coinciden con las encontradas al nivel nacional: Hr (0.47**) y otra, nueva, vinculada a las LL (0.35**). De manera particular se evidencian el Pi (-0.37*) en el PPLL 1982-83 y la Vv (-0.34*) en el PPLL 2003-04. Estas relaciones demuestran que el rendimiento se beneficia con el incremento de las lluvias y la humedad relativa o se perjudica por la reducción de estas.

Especial atención requiere el análisis de la productividad por meses, donde llama la atención, como los mayores rendimientos fueron alcanzados en noviembre, diciembre, febrero, marzo y abril correspondientes al PPLL 1982-83 y enero del PPLL 2003-04 (tabla 9 y 10). Estos resultados pueden estar motivados por la influencia de un período más lluvioso y húmedo en el primero y más seco en el segundo, fenómeno que confirma aun mas la afectación de la producción ante los cambios climáticos en este territorio oriental y especialmente ante los factores que asientúan la sequía. Además, es evidente que el efecto ENOS del 1982-83 ejerció un impacto más positivo sobre la zona oriental del país en lo concerniente a la productividad apícola (2) (tabla 8).

Conclusiones

- Los valores absolutos de los parámetros agrometeorológicos sugieren un PPLL 2003-04 más seco, con relación al PPLL 1982-83.
- El incremento de la productividad y el reducido número de correlaciones en el nivel nacional indican una relativa estabilidad en los ecosistemas apícolas frente a los cambios de los factores agrometeorológicos ocurridos en el PPLL 2003-04.
- Las correlaciones agrometeorológicas encontradas como significativas y que por consiguiente afectan la productividad de los ecosistemas apícolas en el PPLL son la Humedad relativa (Hr) y la Velocidad del viento (Vv), con mayor énfasis aparecen en las condiciones más secas del PPLL 2003-04.
- Desde el punto de vista del estado de confort para la actividad de las colonias de abejas, el PPLL al nivel nacional clasifica como favorable por la temperatura media y la humedad relativa y optimo para la velocidad del viento
- La zona occidental, menos calida y más húmeda, presenta incremento en los rendimientos y un reducido número de correlaciones, lo cual confirma una relativa estabilidad en los ecosistemas apícolas de la zona occidental frente a los cambios de los factores agrometeorológicos ocurridos en el PPLL 2003-04.
- En la región occidental fueron identificadas un total 2 correlaciones, ambas vinculadas a las temperaturas: Tmax. y Tmed. y de manera particular aparecen 3 en el PPLL 2003-04: la Hr, el Pi y la Vv.
- La región oriental, más calida y seca, presenta reducción de los rendimientos y la aparición de correlaciones vinculadas a la sequía, de donde se puede prevén una mayor sensibilidad de los ecosistemas apícolas a los cambios de los factores agrometeorológicas que influyen en la productividad.

- En la zona oriental fueron detectadas 2 correlaciones, una que coinciden con las encontradas al nivel nacional: Hr y otra, nueva, vinculada a las LL. De manera particular se evidencian el Pi en el PPLL 1982-83 y la Vv en el PPLL 2003-04.

Recomendaciones

Con el objetivo de mitigar las afectaciones provocadas por las variaciones de los factores agrometeorológicos, como consecuencia de los cambios climáticos, sobre los ecosistemas apícolas se recomienda:

- En la última castra del mes de diciembre concentrar el nido de cría en el primer cuerpo y flanquearlo con panales de polen y miel; sacar las láminas sin obrar y serrar a 10 panales hasta que mejoren las condiciones del tiempo y la producción.
- En la región oriental deben intensificar las acciones encaminadas a la repoblación de especies melíferas y poliníferas con sistema radicular profundo y la selección de progenitores de abejas mejor adaptados a las condiciones actuales.

Bibliografía

1. Quintero y Alonso, 1980, Ecología Agrícola. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.
2. INSMET, 2001, Condiciones Climáticas Generales. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ed. CUBAENERGÍA, La Habana, Cuba.
3. Acuña G. J., 1970, Calendario de la Flora Melífera Cubana, Serie Agrícola N°14. Ed. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, Cuba. 29-48.
4. Pérez P. A. y Romeu J. L., 1979, Incidencia de los factores climáticos sobre la producción de miel y la flora melífera. XXVII Congreso Internacional de Apicultura de APIMONDIA, Ed. APIMONDIA. Atenas, Grecia. 436-443.
5. Jong D. de, Morse R. A. y Gongalves L. A., 1983, Efectos del Clima en la Varroosis. XXIX Congreso Internacional de Apicultura. Ed. APIMONDIA. Budapest, Hungría. 224-226.
6. Progunkov V.V., 1983, Estudio de la Secreción de Néctar de las Plantas Melíferas. XXIX Congreso Internacional de Apicultura. Ed. APIMONDIA. Budapest, Hungría. 323.
7. Simidchev T., 1983, Productividad de Néctar y Polen de los Arbustos. XXX Congreso Internacional de Apicultura. Ed. APIMONDIA. Nagoya, Japón. 127 y 128.
8. González G. A. R., 1983, Influencia de los Factores Externos en la Aparición de Enfermedades de la Cría de Apis Mellífera L. en Cuba. XXIX Congreso Internacional de Apicultura. Ed. APIMONDIA. Budapest, Hungría. 338-345.
9. Pinzanti M., 1983, Efecto del Viento en la Secreción del Néctar del Melón y el Bulbo de las Abejas. XXX Congreso Internacional de Apicultura. Ed. APIMONDIA, Nagoya, Japón. 125.
10. Smith, F. G., 1983, El Medio Ambiente de la Colmena en Climas Cálidos (Gaceta del Colmenar N° 521/22). Argentina. 398

11. Salamanca G. G., 2004, Correlaciones Ecoclimáticas y Ecofenográficas relacionadas con la Actividad de Apis Mellífera en algunas zonas biogeográficas colombianas. I Congreso de Apicultura en Cuba. Ed. Estación Experimental de Apicultura (en soporte magnético).
12. INSMET, 2005, Impacto del Evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en los años 1983, 2003 y 2004. Influencia de las Condiciones Agrometeorológicas Especializadas para el Desarrollo y la Producción de la Apicultura en Cuba. El Instituto de Meteorología (INSMET).
13. Ministerio de la Agricultura, 1983, Boletín Apícola. Ed. MINAG, La Habana, Cuba.
14. Ministerio de la Agricultura, 2004, Boletín Apícola. Ed. MINAG, La Habana, Cuba.
15. Prost J, 1980,
16. Coltofeanu N. y Bucata P., 1973, Cuibul Albinelor, Anatomía, Fisiología si Biología Albinei. Ed. Ceres. Bucarest, Rumania. 77.
17. Delgado C, Bande J, Verde M, Hernández R, Peñase y Pilar, 2005, Condiciones de Confort para la Explotación de Colmenas en Cuba. III Congreso de Meteorología, La Habana, Cuba.

Anexo 1

Tabla 1.- Calendario de las principales especies melíferas y poliníferas (Acuña, 1970), que florecen en el período poco lluvioso (PPLL).

Especies melíferas y poliníferas, vulgares y científicos	nombres	Aportes de	Meses de floración					
			N	D	E	F	M	A
Bejuco Indio o leñater (<i>Gouania polygama</i>)		Néctar	*					
Campanilla morada (<i>Ipomoea triloba</i>)		Néctar y polen	*	*				
Dagame (<i>Calycophyllum candidissimum</i>)		Néctar	*	*				
Dombeya (<i>Dombeya spectabilis</i>)		Néctar		*				
Aguinaldo blanco (<i>Turbina corymbosa</i>)		Néctar		*	*			
Varía (<i>Cordia gerascanthus</i>)		Néctar			*	*		
Gáranar (<i>Cupania americana</i>)		Néctar			*	*	*	*
Víbora (<i>Gilibertia arborea</i>)		Néctar		*	*	*	*	*
Maguey (<i>Agave spp.</i>)		Néctar			*	*	*	*
Yarey (<i>Copernicia spp.</i>)		Néctar			*	*	*	*
Piñon florido (<i>Gliricidia sepium</i>)		Néctar			*	*	*	
Citricos (<i>Citrus spp.</i>)		Néctar y polen				*	*	*
Anacaguaita (<i>Sterculia apetala</i>)		Néctar				*	*	*
Romerillo de costa (<i>Siguiera gelianthoides</i>)		Néctar				*	*	
Café (<i>Cafea arabica</i>)		Néctar				*		
Cuyá (<i>Dipholis salicifolia</i>)		Néctar				*	*	*
Júcaro (<i>Busida buceras</i>)		Néctar y polen					*	*
Zarza (<i>Pisonea aculeata</i>)		Néctar y polen					*	*
Guárana (<i>Cupania macrophylla</i>)		Néctar					*	*
Aguacate (<i>Persa americana</i>)		Néctar					*	*
Almacigo (<i>Bursera simaruba</i>)		Néctar					*	*
Guayacan (<i>Guaicum spp</i>)		Néctar y polen					*	*
Mangle prieto (<i>Avicennia nitida</i>)		Néctar					*	*
Guao de costa (<i>Metopium toxiferum</i>)		Néctar					*	*
Soplillo (<i>Lisiloma latisiligua</i>)		Néctar						*
Tocino (<i>Acacia paniculata</i>)		Néctar y polen						*
% que representan de las 477 especies apícolas reportadas			24	24	28	37	51	55
% de la producción de miel anual			13	23	5	7	9	10

Nota: * = la especie se encuentra en la fenofase de floración

Tabla 2.- Resumen de las correlaciones más significativas entre los factores agrometeorológicos y los rendimientos de miel por colmenas en el PPLL 1983 y 2004.

Nivel	PPLL	Tmax	Tmin	Tmed	Hr	Pi	Vv	LL	Total	Negativas
Nacional	General				*			_*	2	1
	1982-83								0	0
	2003-04				*			_*	2	1
Occidental	General	*		*					2	0
	1982-83	*		*					2	0
	2003-04				*	*	_*		3	1
Oriental	General				*			*	2	0
	1982-83				*	_*		*	3	1
	2003-04				*		_*		2	1
Total		2	0	2	6	2	2	4	18	5

Nota: -* = Correlación negativa, estadísticamente significativo y * = Correlación positiva

Tabla 3.- Comparación entre los períodos poco lluviosos (PPLL) 1982-83 y 2003-04, nivel nacional.

Factores	UM	Promedio mensual			Coeficiente de variación (%)		Pruebas estadísticas de	
		1982-1983	2003-2004	Diferencia	1982-1983	2003-2004	F (S ² _a /S ² _b)	T (x- ² /S ²)
Tmax.	°C	28.34	28.73	0.39	6	9	1.621*	0.084 (ns)
Tmin.	°C	18.70	18.57	-0.13	10	19	1.9**	0.591 (ns)
Tmed.	°C	23.42	23.50	0.08	5	12	2.310 (ns)	0.708 (ns)
Hr.	%	79.81	77.50	-2.31	12	18	1.429 (ns)	-
Pi.	h	7.50	7.50	0.00	26	14	1.827**	0.99 (ns)
Vv.	m/s	1.80	3.00	1.20	18	20	1.828**	0.000 (ns)
LL.	mm	132.85	40.00	-93.00	13479	1432	31.38**	0.074 (ns)
Ren.	Kg/col	5.67	5.79	0.12	374	288	1.27 (ns)	0.865 (ns)
Col.	u	180644	142453	-38191	-	-	-	-
Produc.	t	1033.450	813.967	-219.483	-	-	-	-

Tabla 4.- Correlación entre los factores climáticos y el rendimiento de miel por colmena en los PPLL 1982-83 y 2003-04, nivel nacional.

Factor	UM	Promedio mensual			Coeficiente de correlación (R)			Coeficiente de determinación (R ² %)		
		1982-1983	2003-2004	Media general	1982-1983	2003-2004	General	1982-1983	2003-2004	General
Tmax.	°C	28.34	28.73	28.54	0.14	-0.04	0.05	2	0	0
Tmin.	°C	18.70	18.57	18.64	0.04	-0.01	0.01	0	0	0
Tmed.	°C	23.42	23.50	23.46	0.17	-0.02	0.06	3	0	0
Hr.	%	79.81	77.50	78.66	0.12	0.48**	0.28**	1	23	8
Pi.	h	7.50	7.50	7.5	0.04	-0.19	-0.05	0	3	0
Vv.	m/s	1.80	3.00	2.4	0.09	-0.46**	-0.18*	0	20	3
LL.	mm	132.85	40.00	86.43	0.03	0.03	0.01	0	0	0

Nota: * = Estadísticamente significativa, ** altamente significativa y ns = no significativa

Tabla 5.- Característica Agrometeorológicas y productivas de PPLL 1982 – 83 por meses, nivel nacional.

Factores	UM	Promedio mensual						
		Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Media
Tmax.	°C	29.0	28.0	28.6	27.0	28.1	29.4	28.3
Tmin.	°C	19.9	18.5	18.8	18.1	17.9	18.9	18.7
Tmed.	°C	24.5	23.3	23.6	22.4	22.8	24	23.4
Hr.	%	82.9	79.7	78.8	82.2	78.6	76.6	79.8
Pi.	h	7.5	7.6	7.5	5.4	8.1	8.9	7.5
Vv.	m/s	2.0	2.9	2.3	2.3	2.5	2.5	2.4
LL.	mm	269.4	67.8	103.4	191.6	92.6	71.2	132.9
Ren.	Kg/col	9.72	10.36	1.51	4.22	3.2	5.03	5.67

Tabla 6.- Característica Agrometeorológicas y productivas de PPLL 2003 – 04 por meses, nivel nacional.

Factores	UM	Promedio mensual						
		Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Media
Tmax.	°C	29.7	27.2	26.9	29.1	29.3	30.2	28.7
Tmin.	°C	20.7	18.0	16.7	18.3	18.7	19.0	18.6
Tmed.	°C	25.0	22.4	21.5	23.7	23.9	24.5	23.5
Hr.	%	81.9	80.8	78.9	75.8	75.1	72.5	77.5
Pi.	h	7.2	6.7	7.4	7.1	8.3	8.3	7.5
Vv.	m/s	2.5	2.7	2.9	2.8	3.8	3.3	3.0
LL.	mm	53.1	52.8	30.0	31.3	31.9	40.2	39.9
Ren.	Kg/col	8.54	8.84	3.29	5.59	4.61	3.85	5.79

Tabla 7: Correlación entre los factores climáticos y el rendimiento de miel por colmena en los PPLL 1982-83 y 2003-04, zona occidental (Pinar del Río- Ciego de Ávila).

Factor	UM	Promedio mensual			Coefic. de correlación (R)			C. de determinación R ² %		
		1982-1983	2003-2004	Media general	1982-1983	2003-2004	General	1982-1983	2003-2004	General
Tmax.	°C	27.8	28.2	28.0	0.39**	0.12	0.26*	16	2	7
Tmin.	°C	18.1	17.8	17.95	0.14	0.18	0.14	2	3	2
Tmed.	°C	23.0	22.9	22.95	0.33*	0.14	0.21*	11	2	4
Hr.	%	80.4	77.9	79.15	0.0	0.44**	0.18	0	19	3
Pi.	h	7.4	7.7	7.55	0.26	0.36*	0.05	7	13	0
Vv.	m/s	2.2	2.7	2.45	0.09	-0.45**	-0.14	0	20	2
LL.	mm	143.0	41.4	92.2	-0.07	-0.13	-0.11	1	2	1
Ren.	Kg/col	5.58	6.18	5.88	-	-	-	-	-	-
Col.	u	94151	76106	85129	-	-	-	-	-	-
Produc.	t	525.3	531.2	528.25	-	-	-	-	-	-

Tabla 8.- Característica Agrometeorológicas y productivas de PPLL 1982 – 83, zona occidental.

Factores	UM	Promedio mensual						
		Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Media
Tmax.	°C	28.6	27.8	27.7	26.1	27.5	29.1	27.8
Tmin.	°C	19.6	18.3	18.1	17.4	17.1	18.2	18.1
Tmed.	°C	24.1	23.0	23.0	21.7	22.3	23.7	23.0
Hr.	%	84.0	80.4	80.0	83.6	78.6	76.0	80.4
Pi.	h	7.3	7.6	6.7	5.4	8.0	9.1	7.4
Vv.	m/s	1.8	2.5	2.0	2.1	2.4	2.4	2.2
LL.	mm	316.7	45.0	128.1	207.2	89.7	72.9	143.3
Ren.	Kg/col	9.84	9.95	1.15	2.13	3.67	6.6	5.6

Tabla 9.- Característica Agrometeorológicas y productivas de PPLL 2003 – 04, zona occidental.

Factores	UM	Promedio mensual						
		Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Media
Tmax.	°C	29.0	26.2	26.7	28.3	29.0	30.0	28.2
Tmin.	°C	20.2	17.0	15.8	17.8	17.9	18.3	17.8
Tmed.	°C	24.6	21.6	20.9	23.1	23.2	24.1	22.9
Hr.	%	83.1	81.6	78.9	76.9	75.0	71.8	77.9
Pi.	h	7.1	6.4	7.8	7.4	8.9	8.9	7.7
Vv.	m/s	2.2	2.2	2.7	2.7	3.4	2.9	2.7
LL.	mm	54.1	43.3	38.0	50.4	30.5	31.9	41.4
Ren.	Kg/col	10.0	9.1	3.5	5.8	6.6	5.1	6.7

Tabla 10.- Correlación entre los factores climáticos y el rendimiento de miel por colmena en los PPLL 1982-83 y 2003-04, zona oriental (Camaguey-Guantánamo).

Factor	UM	Promedio mensual			Coefic. de correlación (R)			C de determinación R ² %		
		1982-1983	2003-2004	Media general	1982-1983	2003-2004	General	1982-1983	2003-2004	General
Tmax.	°C	29.0	29.5	29.25	-0.32	-0.02	-0.17	10	0	3
Tmin.	°C	19.5	19.6	19.55	-0.18	-0.01	-0.09	3	0	1
Tmed.	°C	24.0	24.3	24.15	-0.08	0.0	0.06	1	0	0
Hr.	%	79.0	77.0	78.0	0.43**	0.62**	0.47**	19	27	22
Pi.	h	7.7	7.2	7.45	-0.37	-0.13	-0.23	14	2	5
Vv.	m/s	2.8	3.4	3.10	0.09	-0.34	-0.18	0	11	3
LL.	mm	119.0	227.0	173.0	0.36*	0.25	0.35**	13	6	12
Ren.	Kg/col	5.83	4.73	5.28	-	-	-	-	-	-
Col.	u	86062	62334	74198	-	-	-	-	-	-
Produc.	t	502.0	294.8	398.40	-	-	-	-	-	-

Tabla 11.- Característica Agrometeorológicas y productivas de PPLL 1982 – 83, zona oriental.

Factores	UM	Promedio mensual						
		Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Media
Tmax.	°C	29.6	28.2	29.7	28.2	28.9	29.7	29.0
Tmin.	°C	20.3	16.9	19.9	19.1	19.0	19.9	19.5
Tmed.	°C	24.9	23.6	24.4	23.3	23.5	24.4	24.0
Hr.	%	81.5	78.8	77.4	80.3	78.8	77.4	79.0
Pi.	h	7.7	7.7	8.6	5.5	8.3	8.6	7.7
Vv.	m/s	2.4	3.6	2.8	2.6	2.6	2.8	2.8
LL.	mm	206.3	98.1	71.2	170.8	96.4	71.1	119.0
Ren.	Kg/col	9.56	10.89	1.99	7.0	2.57	3.0	5.84

Tabla 12.- Característica Agrometeorológicas y productivas de PPLL 2003 – 04, zona oriental.

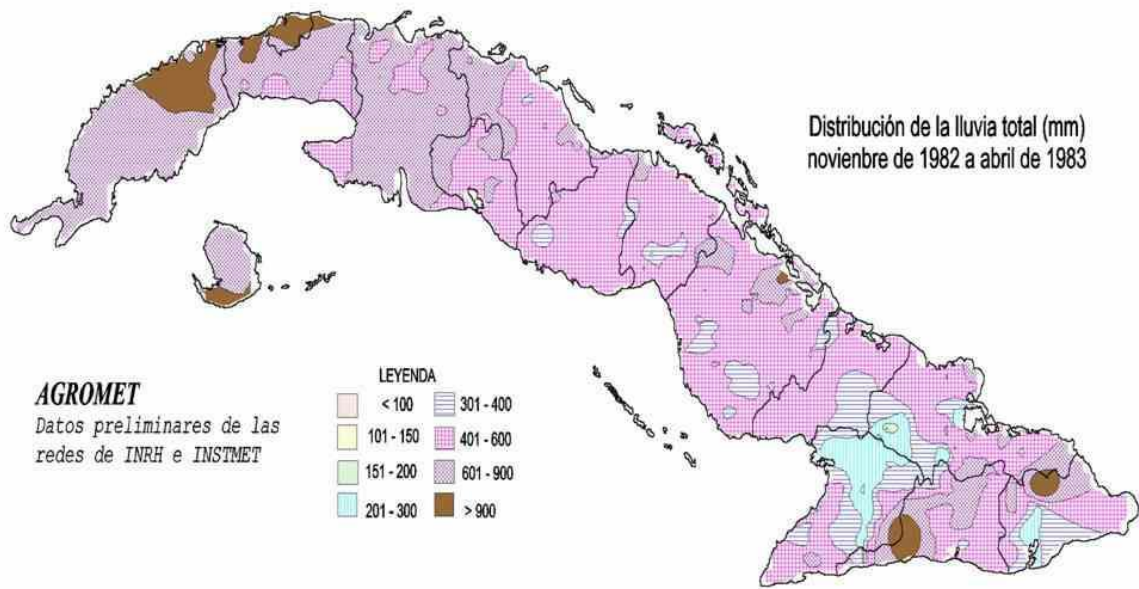
Factores	UM	Promedio mensual						
		Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Media
Tmax.	°C	30.5	28.6	27.3	30.3	29.7	30.4	29.5
Tmin.	°C	21.3	19.4	17.9	19.0	19.8	19.9	19.6
Tmed.	°C	25.5	23.5	22.3	24.7	24.7	25.2	24.3
Hr.	%	80.4	79.8	78.8	74.4	75.3	73.4	77.0
Pi.	h	7.3	7.0	6.9	6.8	7.7	7.5	7.2
Vv.	m/s	3.0	3.3	3.2	2.9	4.3	3.8	3.4
LL.	mm	51.6	65.4	19.3	6.0	33.8	51.3	37.9
Ren.	Kg/col	6.58	8.45	3.1	5.27	2.0	2.13	4.59

Tabla 13.- Calificación del estado de confort para las colonias de abejas durante el período lluvioso, según la clasificación de Delgado y colaboradores (2005)

Niveles	Período lluvioso	Temperatura mínima	Temperatura media	Temperatura. máxima	Humedad relativa	Velocidad del viento
Nacional	General	Optimo	Favorable	Poco favorable	Favorable	Optimo
	1983	Optimo	Favorable	Poco favorable	Favorable	Optimo
	2004	Optimo	Favorable	Poco favorable	Favorable	Favorable
Occidente	General	Optimo	Favorable	Poco favorable	Favorable	Optimo
	1983	Optimo	Favorable	Poco favorable	Favorable	Optimo
	2004	Optimo	Favorable	Poco favorable	Favorable	Optimo
Oriente	General	Optimo	Favorable	Poco favorable	Favorable	Desfavorable
	1983	Optimo	Favorable	Poco favorable	Favorable	Desfavorable
	2004	Optimo	Favorable	Poco favorable	Favorable	Favorable

Anexo 2

Mapa 1: Distribución de las lluvias total en el PPLL 1982-83



Mapa 1: Distribución de las lluvias total en el PPLL 2003-04

