

UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MASTER
EN CIENCIA

*Aplicación de los sistemas de información
geográficos para el reordenamiento apícola en
Villa Clara.*



Autor: Dr. M.V. Alexander Castro Aguilar

Tutores: Dr. C. Silvino Vargas Hernández, Profesor Titular
Dr. C. Leonel Lazo Pérez, Profesor Titular

Villa Clara, 2018

UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MASTER
EN CIENCIA**

*Aplicación de los sistemas de información
geográficos para el reordenamiento apícola en
Villa Clara.*

Autor: Dr. M.V. Alexander Castro Aguilar

Tutores: Dr. C. Silvino Vargas Hernández. Profesor Titular
Dr. C. Leonel Lazo Pérez. Profesor Titular

2018

Pensamiento

En época de cambios, el futuro pertenece a los que siguen aprendiendo.

*Los que ya aprendieron, se encuentran equipados para vivir en un
mundo que ya no existe.*

Eric Holfer

Dedicatoria

A mi hija que es lo más importante en mi vida y espero que este trabajo de alguna forma sirva para guiar su futuro.

A mis padres y esposa que me han apoyado incondicionalmente en cada paso de mi vida.

A los apicultores, que el esfuerzo y dedicación en la realización de este trabajo le resulten de utilidad en su apicultura.

Agradecimientos

A mis tutores, el Dr. C. Silvino Varga Hernández y el Dr. C. Leonel Lazo Pérez por sus enseñanzas y entrega incondicional en la realización de este trabajo.

A la Dra. Mayda Verde Jiménez que ha sido una guía, amiga y escuela en mis andares por la apicultura y por su protagonismo en este trabajo.

Al Dr. Ramón Cardoso Artiaga por sus aportes y liderazgo en el reordenamiento apícola en Villa Clara.

A los especialistas, el M Sc. Enaldo Pena (GEOCUBA) y a la M Sc. Meylin Otero Martín (Centro Meteorológico Provincial) por sus contribuciones y asesoría en esta tesis.

Índice de tablas

No.	Título	Páginas
1	Apiarios y colmenas identificadas en áreas de riesgo de inundación por intensas lluvias.	27
2	Apiarios y colmenas en áreas de inundación por penetración del mar.	28
3	Apiarios y colmenas identificadas en áreas de riesgo por fuertes vientos.	31
4	Apiarios y colmenas identificadas en áreas de intensa sequías.	32
5	Apiarios y colmenas identificadas en áreas de riesgo de incendios.	34
6	Tabla de contingencia 2x2 estudio tipo transversal.	39
7	Efectos negativos del huracán Irma sobre la actividad apícola en Villa Clara.	43
8	Pérdidas económicas tras el paso del huracán Irma.	44
9	Afectaciones ocasionadas por la Tormenta Sub-Tropical Alberto.	45
10	Efectos sobre el rendimiento de miel por colmenas por municipios.	47
11	Indicadores de focalidad, prevalencia, letalidad y tasa de infestación de las principales enfermedades parasitarias en Villa Clara.	52
12	Densidad de colmenas por kilómetros cuadrado.	54
13	Análisis de riesgo y asociación entre la densidad de colmenas/municipios y la ocurrencia de enfermedades parasitarias.	55
14	Números de eventos climatológicos que inciden en cada municipio.	57

Índice de figuras

No.	Título	Páginas
1	Esquema metodológico para la realización de los Estudios de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos.	23
2	Capas temáticas elaboradas y analizadas a partir del software Quantum GIS. (Versión 3.2.1).	26
3	Áreas de riesgo de inundación por intensas lluvias.	27
4	Apiarios localizados en áreas de inundación por penetración del mar.	29
5	Áreas de riesgo por fuertes vientos ante la ocurrencia de un huracán de categoría cinco.	30
6	6-a) Municipio con riesgo de sequía (período lluvioso); 6-b) Municipios con riesgo de sequía (período poco lluvioso).	32
7	7-a) Riesgo de incendio por municipio, Período Lluvioso (mayo-octubre); b) Riesgo de incendio por municipio Período poco Lluvioso (noviembre-abril).	33
8	Serie histórica de producción de miel. UEB Villa Clara, últimos 39 años.	40
9	Afectaciones de los manglares, a) antes del huracán Irma; b) después del huracán Irma.	42
10	Deterioro de los bosques de mangle al norte de Villa clara después del huracán Irma.	42
11	Afectaciones de apiarios por derribos de árboles, huracán Irma.	43
12	Lluvias de los eventos más significativos en Villa Clara mm de precipitaciones.	46
13	Productividad de miel de abejas por municipio, en el último trimestre del período del 2013-2017.	51
14	Áreas con mayor densidad de colmenas por km ² en Villa Clara.	55
15	Conceptualización de la aplicación integrada del reordenamiento apícola a partir del SIG.	61

Acrónimos y abreviaturas

AMA: Agencia de Medio Ambiente.

APICUBA: Empresa Apícola Cubana.

CCS: Cooperativas de Créditos y Servicios.

CGRR: Centro de Gestión para la Reducción de Riesgo.

CIAPI: Centros de Investigaciones Apícolas.

CITMA: Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.

CPA: Cooperativa de Producciones Agropecuarias.

DOP: Denominación de Origen Protegida.

DSA: Departamento de Sanidad Animal.

EMNDC: Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de Cuba.

EPIDAT: Programa para análisis epidemiológico de datos tabulados.

MINAGRI: Ministerio de la Agricultura.

NASA: Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos.

OIE: Oficina Internacional de Epizootias.

POT: Plan de Ordenamiento Territorial.

SIG: Sistemas de Información Geográfica.

SIGA: Sistema de información y Mapificación Digital.

SIGEPI: Sistema de Información Geográfica Epizootiológica.

SIVE: Sistema de Información de Vigilancia Epizootiológica.

TIA: Tasa de infestación en abejas adultas.

UBPC: Unidad Básica de Producción Cooperativa.

UEB: Unidad Empresarial Básica.

RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo fue georreferenciar a partir del SIG apiarios en áreas de riesgo ante desastres naturales, evaluar el estado sanitario y productivo para establecer medidas de reordenamiento apícola y de mitigación. El trabajo se realizó en la provincia de Villa Clara, Cuba, Utilizando el 100% de apiario y colmenas. Se creó una plataforma informativa para la ubicación de apiarios y el análisis integral con su entorno a partir del software Quantum GIS. Se identificaron apiarios en áreas de riesgo ante desastres naturales, evaluándose los efectos meteorológicos y sanitarios sobre la productividad apícola. El rendimiento por colmenas se evaluó entre municipios en el período 2013-2017, empleando el análisis de varianza no paramétrico con la prueba de Kruskal-Wallis. Se estimó el riesgo relativo (RR) aplicándose un estudio analítico observacional retrospectivo de tipo transversal para determinar la razón de prevalencia de enfermedades parasitarias ante la densidad de colmenas por km². El diseño de la plataforma informativa a partir de un SIG permitió el análisis integral de los agroecosistemas la identificación de apiarios en áreas de riesgo ante desastres naturales y facilitó la visualización de las áreas densamente pobladas de colmenas. Los eventos asociados a huracanes e intensas lluvias ejercen mayor impacto negativo sobre el sector apícola. La densidad poblacional de las colmenas, constituye un factor de riesgo ante la acarapisosis y la varroosis es la enfermedad que más afecta las poblaciones apícolas en Villa Clara. Se propuso medidas de reordenamiento para mitigar los efectos negativos medioambientales.

Palabras clave: SIG, riesgo, desastres, apicultura, reordenamiento

Abstract

The general objective of the present work was to identify starting from the SIG apiary in risk areas in natural disasters, to evaluate the sanitary and productive state to establish apiculture reorder and mitigation measures. The work was carried out in Villa Clara province, Cuba, Using 100 apiary % and beehives. An informative platform was created for the apiary location and the integral analysis in its environment starting from the Quantum GIS software. Apiary was identified in risks areas in natural disasters, evaluating the meteorological and sanitariums effects about the beekeeping productivity. The beehives efficiency was evaluated among municipalities in the period of 2013-2017, using the non-parametric variance analysis with the test of Kruskal-Wallis. It was considered the relative risk (RR) applying a retrospective observational analytic study of traversal type to determine the prevalencia of parasitic illnesses reason in beehives density for km². The informative plataform design starting from a SIG allowed the integral analysis of the agroecosystem, and the apiary identification in risk areas in natural disasters, the visualization of the density areas of beehives was facilitated. The hurricanes and intense rains associated events make a bigger negative impact in the beekeeping sector. The beehives population density constitutes a risk factor in the varroosis and the acarapisosis disease is the one who affect the most the beehives population in Villa Clara. The reorder measures were suggested to mitigate the environmental negative effects.

Key word: SIG, risks. disasters, beekeeping, reorder

ÍNDICE	Páginas
I. PARTE GENERAL	1
1.1. Introducción	1
1.1.1. Problema Científico	4
1.1.2. Hipótesis	4
1.1.3. Objetivo general	4
1.1.4. Objetivos específicos	4
1.2.Revisión Bibliográfica	5
1.2.1. Historia y organización de la apicultura en Cuba	5
1.2.2. Sistemas de información geográfica (SIG)	5
1.2.3. Desastres naturales y apicultura	8
1.2.4. Enfermedades parasitarias apícolas de mayor impacto en Villa Clara	11
1.2.5. Reordenamiento apícola	15
1.2.6. Flora apícola	16
II. PARTE ESPECIAL	18
2.1. Materiales y métodos generales	18
2.1.1. Localización de la zona experimental	18
2.1.2. Clima del área donde se desarrolló la investigación	18
2.1.3. Hidrología del área donde se desarrolló la investigación	19
2.1.4. Suelo y vegetación de la provincia	20
2.1.5. Tamaño de la muestra a estudiar	20
2.2. CAPITULO 1.	21
<i>Mapificación digital de los agroecosistemas en Villa Clara y Geolocalización de apiarios y colmenas en áreas de riesgo ante desastres naturales.</i>	21
2.2.1. Introducción	21
2.2.2. Objetivo	22
2.2.3. Materiales y Métodos	22
2.2.4. Resultados y Discusión	23
2.2.5. Conclusiones parciales	35

2.3. CAPITULO 2.	36
<i>Efectos de los principales eventos meteorológicos (Huracanes) y sanitarios (Enfermedades Parasitarias) sobre la actividad apícola en Villa Clara.</i>	36
2.3.1. Introducción	36
2.3.2. Objetivo	36
2.3.3. Materiales y Métodos	37
2.3.4. Resultados y Discusión	40
2.3.5. Conclusiones parciales	56
III. DISCUSION GENERAL	57
IV. CONCLUSIONES GENERALES	62
V. RECOMENDACIONES	62
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
VII. ANEXOS	

I. PARTE GENERAL

1.1. Introducción

La apicultura constituye una actividad de gran importancia para el país, no solo por los aportes económicos a partir de las producciones de miel de abejas, cera y propóleos que de por sí son elevados, sino por la acción polinizadora de estos insectos sobre plantas silvestres y las utilizadas por el hombre con fines alimentarios y ornamentales, contribuyendo a la conservación y mantenimiento de muchos ecosistemas (Verde *et al.*, 2012).

El cambio climático y el incremento actual de la frecuencia y la fuerza destructora de los eventos hidrometeorológicos extremos, sus principales manifestaciones destructivas como las penetraciones del mar, las intensas lluvias y los fuertes vientos, las intensas sequías, los incendios rurales, las posibilidades reales de desastres sanitarios y tecnológicos, la degradación de los suelos y la competitividad con otras actividades agropecuarias o no del sector, constituyen una amenaza para el desarrollo sostenible de la apicultura en el mundo y nuestro país, lo que condicionan la necesidad de perfeccionar el enfoque político, social, económico y ambiental de gestión así como la necesidad de un estudio de riesgo para establecer un manejo adecuado en su mitigación en el territorio (Menéndez y Guzmán, 2011; CITMA, 2017).

La fragmentación de los ecosistemas naturales ha sido y es una constante en casi todos los países debido al avance antrópico, la colonización y urbanización de los espacios naturales y la expansión de las áreas de cultivos para alimentos de origen mecanizado (Huang *et al.*, 2009). Los eventos que dañe la cubierta vegetal ya sea por cambios en el régimen hídrico y térmico, efectos mecánicos de los vientos combinados con intensas lluvias, degradación del suelo, incendios forestales entre otras, repercuten en los calendarios florales, la abundancia, el rendimiento de las flores y la eficiencia productiva de las colmenas (Verde *et al.*, 2012; Fernández y Vanina, 2013).

En Villa Clara desde la orientación de la mapificación de las colmenas por parte del MINAGRI para analizar los procesos sanitarios de la especie, el antiguo IMV y el servicio de veterinario de APICUBA han utilizado mapas con hojas cartográficas, herramienta de trabajo útil y necesaria, enfocados al análisis epizootiológicos, pero no se ha trabajado en la determinación de áreas de riesgo ante desastres naturales y tecnológicos, la densidad de colmenas por municipios para evaluar la carga y capacidad de la especie y sus rendimientos productivos, elementos necesarios e imprescindibles para alcanzar un enfoque holístico y sostenible en la apicultura (Castro y Cedeño, 2007; Babaie *et al.*, 2009).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han utilizado en diversos campos y disciplinas para resumir y analizar los patrones y distribuciones espaciales, con el fin de entender cómo las entidades geográficas y no geográficas interactúan entre sí en el espacio y en el tiempo (Engelsdorp *et al.*, 2008; Hagler *et al.*, 2011; Garbuzov y Ratnieks, 2014).

Aunque las abejas melíferas están directamente relacionadas e influidas por su ambiente local, pocos estudios han incluido estos datos en los SIG para analizar estas relaciones espaciales (Maris *et al.*, 2008; Cengiza y Cengiz, 2009).

La digitalización de los (SIG) supera con creces los métodos actuales ya que el sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, facilitando la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no se pudiera obtener de otra forma (Yu *et al.*, 2011; Sani *et al.*, 2012; Zolekar y Bhagat, 2015).

Algunos de los tipos de análisis espaciales y métodos de SIG que se han utilizado para el estudio de las abejas, así como algunas metodologías desarrolladas en dominios no-Apis podrían ser aplicadas a la investigación de la abejas, por lo que el futuro uso de los análisis de los SIG para entender mejor las relaciones entre las características

ambientales con la salud de las abejas melíferas y su manejo para alcanzar mayor productividad, representa un gran reto (Geneletti *et al.*, 2010; Petropoulos *et al.*, 2012; Stephanie y Benno, 2013; Zhang, 2015).

En Cuba la metodología a emplear para el reordenamiento y la localización de apiarios se mantiene vigente y se inserta con el Sistema de Información y Vigilancia Epizootiológica (SIVE) por cuadrante geográfico, que puso en práctica el antiguo IMV para todas las especies establecido por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), vinculado al sistema de reordenamiento. El mismo permite combinar los potenciales melíferos y densidades de colmenas existentes en cada territorio del país, concebida para el fomento y distribución espacial de apiarios y criaderos de abejas reinas en los diversos paisajes y ecosistemas apícolas, ajustando el número de colmenas según el potencial melífero en un radio de vuelo económico de dos y medio a tres kilómetros de distancia y los criaderos de abejas reinas a cinco kilómetros respectivamente (Verde *et al.*, 2012; OIE, 2013).

Una Propuesta de Ordenamiento Territorial o la planificación del territorio, “consiste básicamente diseñar en función del diagnóstico elaborado, un modelo territorial o imagen objetiva a largo plazo y en definir las medidas necesarias para avanzar en la dirección de hacerlo realidad”. La propuesta de ordenamiento territorial se plasma en un Plan de Ordenamiento Territorial (POT), el cual instrumentaliza la propuesta al proyectar en el espacio los objetivos estratégicos de aquella (Shiffler, 2014; Soto *et al.*, 2015; USDA, 2015). Son las medidas de reordenamiento aplicadas las que han favorecido la búsqueda de nuevas rutas a nuevos emplazamientos que con manejos adecuados y control sanitario se han elevado las producciones en la Ciénaga de Zapata, Matanza (Lugo, 2015).

Dentro del control de las estructuras epidemiológicas se hace necesario realizar un ordenamiento apícola a través de un sistema de localización geográfica y de registros que permitan implementar un plan regional o nacional sanitario de las colmenas (Lugo, 2015); (USDA, 2015).

1.1.1. Problema científico

En la actividad apícola de la provincia de Villa Clara no existe una metodología que permita integrar la identificación de los apiarios en áreas de riesgo ante desastres naturales, el estado sanitario de las colmenas, ni el enfoque integral de las medidas para su reordenamiento y mitigación.

1.1.2. Hipótesis

El uso del SIG digital permite el análisis integral y evaluación precisa de los efectos meteorológicos sobre el estado sanitario y productivo de las colmenas y facilita el reordenamiento apícola para mitigar los eventos ambientales negativos.

1.1.3. Objetivo general

Georreferenciar a partir del SIG los apiarios en áreas de riesgo ante desastres naturales así como evaluar el estado sanitario y productivo de estos por municipios, para establecer las medidas de reordenamiento apícola y de mitigación.

1.1.4. Objetivos específicos

1. Diseñar una plataforma informativa para el análisis de los agroecosistemas dedicados a la producción de miel de abejas y georreferenciar los apiarios en áreas de riesgos ante desastres naturales.
2. Evaluar el impacto de los eventos meteorológicos y sanitarios sobre la productividad de las colonias de *Apis mellifera* (L).

1.2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.2.1. Historia y organización de la apicultura en Cuba

En Cuba la primera introducción de abejas *Apis Mellifera* tuvo lugar a mediados del siglo XVIII, a través de colonos españoles que arribaron a la isla desde el sur de lo que es hoy EE.UU, tras la entrega de la Florida por España a Gran Bretaña en 1774, a cambio de la Habana, ocupados por los británicos en 1772. A mediados del siglo XX se traen reinas de raza italiana (*A. Mellifera ligústica*) desde Norteamérica, luego en los años 60 un pequeño grupo de reinas de (*A. Mellifera caucásica*) desde el sur de Rusia y otras tantas de raza carniola (*A. Mellifera cárnica*) desde el área balcánica. La última introducción fue de reinas italianas desde Nueva Zelanda en 1985 hacia un cayo al sur del país y de allí a la isla de la juventud (Pérez, 2007).

La abeja melífera existente hoy en Cuba, se originó por libre cruzamiento a partir de la abeja negra de Europa Occidental (*A. mellifera mellifera*) la abeja amarilla Italiana (*A. mellifera ligústica*) y en mucho menor grado, de algunas reinas de la abeja caucásica (*A. mellifera caucásica*) procedentes de la antigua URSS (Pérez, 2009).

No es hasta el triunfo de la revolución que se empieza a organizar la apicultura en Cuba, en la provincia de Villa Clara comienza a desarrollarse a partir del año 1963. Este desarrollo lo dirige y financia el estado como territorio y para 1976 con la nueva división política administrativa como provincia, la presencia del sector privado y la creación de las brigadas estatales, se desarrollan con posterioridad las UBPC, CPA Y CCS (Castro y Cedeño, 2007).

1.2.2. Sistemas de información geográfica

Un SIG es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica (Brodscheider *et al.*, 2010; Amiri *et al.*, 2012).

También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones (Stephanie y Benno, 2013).

La aparición de los SIG en los años 1970 y su popularización en los 90 ha revolucionado la forma de crear y manejar cartografía a través de estas herramientas informáticas que asocian elementos espaciales con bases de datos. Los SIG permiten el análisis y la gestión del territorio a través de cartografía digital de una manera rápida y efectiva (Amiri, 2010).

La tecnología de los SIG puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos pocos (Noor Maris *et al.*, 2008; Brodscheider *et al.*, 2010).

Un SIG podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuestas en caso de un desastre natural, ser usado para encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio (Harvey, 2008; Graymore *et al.*, 2010). Podría por otra parte aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia o incorporar el concepto de uso de la tierra múltiple en los SIG para el desarrollo de la polinización (Jafari y Zaredar, 2010; Amiri, 2011).

Los SIG, son herramientas ampliamente utilizadas para integrar y analizar la interacción de distintas variables a lo largo del tiempo y que ha permitido una nueva forma de

realizar agricultura y en la apicultura sirven para ayudar al apicultor en la distribución territorial de apiarios y la predicción de flujos de néctar, haciendo más eficiente el proceso de la trashumancia. La integración de la información es clave al momento de analizar los factores que afectan a las abejas, por ejemplo: la topografía del lugar, la cercanía a las fuentes de agua, accesibilidad a las zonas deseadas, los tipos de néctar y pólenes disponibles, todos son antecedentes adicionales de importancia al momento de analizar la información de los dispositivos de monitoreo internos de la colmena, entregando diferenciación de las zonas de potencial para uso apícola (Banerjee *et al.*, 2011; Abou-Shaara, 2013b).

Los Sistema de Información Geográfica Epizootiológica (SIGEPI); el Sistema de información y Mapificación Digital (SIGA) desarrollado por el Centro de Investigaciones Apícolas (CIAPI) ofrece una información precisa y rápida de procesar (Verde *et al.*, 2012). La mapificación en formato digital aceleró el diagnóstico de las áreas afectadas por el impacto de varios huracanes en el municipio Ciénaga de Zapata de la provincia de Matanza (Lugo, 2015).

En España se diseñó un modelo de SIG para la miel producida en Sierra Morena y que cuenta con Denominación de Origen Protegida (DOP), el cual ha servido para estimar la distribución de fuentes de néctar y obtener información relevante en cuanto a la ubicación de los apiarios y la calidad de la miel (Serrano, 2008).

En EE.UU se utilizan imágenes satelitales para informar a los apicultores respecto de la ocurrencia de los flujos de néctar (Amiri *et al.*, 2012; Extensión, 2013). La plataforma Honey Bee Net de la NASA fue creada en el año 2006 con el objetivo de cuantificar los efectos del cambio climático sobre los flujos de néctar y las floraciones, utilizando como dato el pesaje diario de colmenas ubicadas en sitios de interés. Estos registros se encuentran disponibles para el apicultor y sirven para estimar la ocurrencia de las floraciones, sobre todo para aquellos que practican la trashumancia. En Australia existe una herramienta virtual con información aportada por la NASA, llamada “BeeBox”, utiliza

imágenes satelitales históricas y actuales para predecir la floración del eucaliptus, que es la principal fuente floral de la miel producida en ese país (INTA, 2014).

En Puerto Rico se diseñó un sistema de modelos (Bioclimatic) que se analizó en los SIG a partir de datos históricos y recientes que recogían los rendimientos de miel por colmenas y las variables climatológicas con lo que se demostró la disminución en la producción de miel a consecuencia del cambio climático (Delgado *et al.*, 2012; Abou-Shaara, 2013a). La evaluación a través de métodos multicriterios del SIG logró la localización óptima de apiarios en zona rural en Kenya (Giménez, 2016).

La apicultura es considerada actualmente como una actividad económica importante en Egipto, la mayoría sus áreas agrícolas se localizan cerca del río de Nilo así como las actividades de apicultura. Recientemente, se han salvado las varias áreas del desierto y se han habitado para estos fines. En este estudio, se investigó usando el sistema de información geográfico (los RECLUTAS), bajo condiciones climáticas actuales y futuras (2070). Se extrajeron dos mapas del análisis espacial; el primero para las condiciones actuales y el segundo para las condiciones del futuro, determinándose la práctica de la apicultura en ambas etapas, pero con manejos adecuados de los ecosistemas y siempre teniendo en cuenta las variables climáticas, el tipo de suelo y distancia de las plantas (Albers y Robinson, 2011; Hossam, 2015).

1.2.3. Desastres naturales y apicultura

El término desastre natural hace referencia a las enormes pérdidas materiales ocasionadas por eventos o fenómenos naturales como los terremotos, inundaciones, huracanes, deforestación, contaminación ambiental, epidemias y otros, son causados por las actividades humanas que alteran la normalidad del medio ambiente como: la contaminación de los agroecosistemas, la explotación errónea e irracional de los recursos naturales renovables (bosques y suelos) y no renovables (minerales), la construcción de viviendas y edificaciones en zonas de alto riesgo (Llanes, 2010).

Las abejas melíferas dependen para su supervivencia de las condiciones del medio, no solo para sostenerse sino para formar las reservas que luego serán cosechadas por los apicultores. El deterioro de los ecosistemas ante los desastres naturales y/o provocados por la mano del hombre repercuten directamente sobre la integridad física de las colonias, su estado de salud y los niveles productivos (Brodschneider y Crailsheim, 2010; Verde *et al.*, 2013; Melin *et al.*, 2014).

La base alimentaria debe estar en ecosistemas sanos y en equilibrio, con una flora melífera diversa y abundante que también garantice las necesidades proteicas mediante el aporte del polen. Cualquier evento que dañe la cubierta vegetal dé lugar a alteraciones del régimen hídrico y térmico, efectos mecánicos de fuertes vientos combinados o no con lluvias intensas, degradación del suelo y acción nociva del hombre, entre otras, repercuten en los calendarios, la abundancia, rendimiento de floraciones y en la productividad de las colmenas (Pérez, 2007; Díaz *et al.*, 2009; Pirk *et al.*, 2014).

Cuba por su ubicación geográfica se hace vulnerable ante la acción de huracanes, evento meteorológico con mayor impacto en el área del Caribe, provoca vientos, lluvias y oleaje del mar, que suelen tener efectos catastróficos en las regiones por donde cruzan (Emanuel, 2005). La temporada ciclónica abarca los meses de junio a noviembre etapa que coincide con la trashumancia donde se trasladan más de 1 500 colmenas hacia el litoral norte en busca de la explotación de las plantas melíferas en los meses de mayo y agosto (Pérez, 2007).

La temporada ciclónica para el país se extiende por seis meses, del primero de junio al treinta de noviembre (Llanes, 2010; CITMA, 2012). Villa Clara a lo largo de su historia ha sufrido el destructivo impacto de los peligros naturales, en algunas de sus manifestaciones, dentro de los principales antecedentes están asociados al paso sobre el territorio de los huracanes Kate (noviembre de 1985), Lily (octubre de 1996) y Michelle (noviembre de 2001) y otros con trayectorias cercanas al mismo, como Gustav (agosto de 2008) e Ike (septiembre de 2008), provocaron impactos por sus fuertes vientos, intensas lluvias y penetración del mar (AMA, 2017).

El huracán Dennis en el 2005 afectó 10 provincias del país con un trayecto tangencial de 600 kilómetros durante más de 30 horas, se reportaron graves daños en la agricultura, de todos estos territorios incluidos Villa Clara, obteniendo en la apicultura de la provincia producciones de 363 t de miel de un plan de 880 t y rendimientos por colmenas de 28 kg de miel de un plan de 63 kg con más de 700 colmenas muertas, beneficiándose por otra parte al almacenar (435 millones) de metros cúbicos de agua, las presas. La acción de estos eventos afectaron de forma directa a las colonias de abejas a través del viento y las lluvias y de forma indirecta al afectar la floración la cual tardó en recuperarse hasta dos años más tarde de su paso (Ramos, 2009).

Irma otro devastador huracán que azotó al país en septiembre del 2017, causó pérdidas millonarias a nivel nacional y la provincia de villa clara fue una de las más afectadas, se calcularon pérdidas de más de 2 000 hectáreas de plátano fruta y vianda, se perdieron unas 9 000 t de arroz por exceso de humedad en los campos, en el tabaco más de 1 000 aposentos fueron dañados y 840 destruidos totalmente. En la rama porcina de las 205 naves de que dispone la provincia, 84 resultaron dañadas, al igual que en la avicultura donde hay 110 naves averiadas, lo que obligó a sacrificar 112 000 aves que se mojaron al quedar desprovistas de protección, además de perder unas 5 400 ponedoras y un nivel considerable de pollitos para el reemplazo, en la apicultura villaclareña se perdieron 1 571 colmenas (Pérez, 2017; APICUBA, 2018).

Las intensas lluvias provocadas por la tormenta subtropical Alberto en el mes de mayo del presente año 2018 alcanzaron los 705,4 mm³, provocando inundaciones en las zonas más bajas, ocasionando pérdidas al país sobre todo en la provincia de Villa Clara que fue la más afectada en varios renglones de su economía. Personas evacuadas, viviendas con afectaciones parciales y totales, la falta de fluido eléctrico en varias localidades y sobre todo el sector agropecuario con afectaciones en la ganadería, en cultivos varios y de la caña, la apicultura sufrió pérdidas de 445 colonias de abejas (Díaz *et al.*, 2018).

Aunque el fuego ha convivido con el bosque de manera natural durante millones de años y muchos países de la región del Caribe y de América Latina tienen ecosistemas sumamente importantes dependientes del fuego, hoy en día los incendios de la cobertura vegetal se han convertido en una amenaza para los ecosistemas (CITMA, 2012).

En los países tropicales estos fenómenos han aumentado considerablemente, sin lugar a dudas el efecto del calentamiento de la tierra ha ocasionado variaciones en las condiciones climáticas propiciando la ocurrencia de estos eventos, a esto se suma el aprovechamiento y explotación de manera insostenible de los recursos naturales que ocasiona la fragmentación de estos ecosistemas, haciéndolos más vulnerables a los incendios y la ampliación de las fronteras agrícolas y el descuido en el manejo del fuego, provocan incendios que agudizan aún más el problema en detrimento de nuestros recursos naturales (Solano *et al.*, 2007).

Uno de los eventos meteorológicos más nocivos en el planeta es la sequía, este fenómeno, si bien constituye una afectación climática que la sociedad ha enfrentado históricamente, ha visto acrecentada su influencia en los últimos decenios, lo que ha dado lugar a que se considere como uno de los mayores desastres naturales del mundo (Abdulkadir, 2017).

Los estudios de variabilidad y cambios del clima en Cuba han demostrado que los procesos de sequía en nuestro país se han hecho más frecuentes, intensos y extensos tanto temporal como espacialmente. Lo demuestra que en los últimos 15 años el país ha sido afectado por tres procesos de sequía meteorológica de significación (2003 - 2005, 2009-2010 y 2014-2017) (Otero y Barcia, 2018).

1.2.4. Enfermedades parasitarias apícolas de mayor impacto en Villa Clara

La aparición de brotes de enfermedades emergentes o reemergentes en los animales a escala global y en algunos casos con gran impacto en varios países por la diseminación transfronteriza de los patógenos, ha dado lugar a que la comunidad internacional

reconozca la importancia de fortalecer la prevención y preparación ante estas emergencias, debido a las situaciones de desastres sanitarios a las que pueden dar lugar si no se garantizan la alerta precoz, el diagnóstico oportuno y la respuesta rápida (CITMA, 2017).

La salud de las colmenas, como unidades biológicas básicas de la especie guarda una estrecha relación con las condiciones de los ecosistemas y la productividad resulta su expresión suprema. Entre las principales enfermedades parasitarias que afectan la apicultura están la varroosis, enfermedad parasitaria ocasionadas por el ácaro *Varroa destructor* (Anderson y Trueman, 2000) la acarapisosis, por el ácaro traqueal *Acarapis Woodi* (Rennie, 1921) y el parásito *Nosema Apis Zander*, causante de la nosemosis (Zander, 1909).

El ácaro *Varroa jacobsoni* Oudemans hallado por primera vez en la isla Indonesia de Java (Oudemans, 1904) es hoy la peor plaga de esta especie en el mundo y nuevos elementos obtenidos indican que la especie causante del gran problema de la varroosis en *Apis mellifera* no es *Varroa jacobsoni* sino otra especie denominada recientemente *Varroa destructor* (Anderson, 2000; Anderson y Trueman, 2000).

En Cuba se reporta la varroa por primera vez en abril de 1996 (González, 1996) y para mediados de 1997 se le atribuía haber provocado la muerte de más de 8 000 colmenas y daños considerables a las sobrevivientes del área afectada, alcanzando entonces la categoría de desastre biológico por su rápida propagación y elevada prevalencia y letalidad, actualmente a pesar de la experiencia alcanzada en Villa Clara en cuanto al manejo integrado de la colmenas, la utilización del panal trampa, la aplicación del programa de selección genética entre otras medidas alternativas continúa siendo la varroosis la enfermedad de mayor impacto (Evans y Spivak, 2010; Rashid *et al.*, 2012).

Los ácaros ejercen una acción mecánica sobre la abeja adulta ocasionando un efecto dañino sobre sus movimientos, el vuelo y las actividades de la colmena. Esta acción mecánica ocurre cuando el parásito perfora con sus quelíceros la membrana

intersegmentaria de las abejas para succionar hemolinfa y alimentarse, comprometiendo el futuro productivo del insecto (Le Conte *et al.*, 2010; Dobrynin *et al.*, 2013).

Existen varroas de verano que viven de dos a tres meses y de invierno que alcanzan entre cuatro y seis meses, en ausencia de las abejas la duración de la vida de la varroa hembra es variable y depende de las condiciones ambientales, entre temperaturas de 13 °C y 25 °C con una humedad relativa del 65-70 %, estas sobreviven en una colmena vacía alrededor de siete días, en el exterior a 28 °C y una humedad relativa del 85 %, pueden vivir hasta nueve días; a 35 °C y 50 % de humedad relativa, mueren en menos de 24 horas y por encima de 40 °C, perecen en algunas horas. La raza o variedad de abeja, constituye un factor condicionante de la presentación de la varroosis así como las tasas de infestación por varroa, varían en dependencia de la ubicación geográfica y el clima presente (Masoud *et al.*, 2011; Abd *et al.*, 2012).

La nosemosis es una enfermedad producida por el parásito protozoario *Nosema Apis Zander*, que afecta el aparato digestivo de las abejas obreras, los zánganos y de la abeja reina (Dussaubat *et al.*, 2010). El espora de *N. apis* es ingerido con el alimento y destruye las células epiteliales encargadas de la digestión y asimilación, de tal manera que no se aprovecha convenientemente el alimento ingerido, produce una inflamación del intestino de la abeja, generando diarrea, la susceptibilidad es mayor en abejas adultas de más de 15 días de edad en virtud que tiene el tracto digestivo maduro (Chaimanee *et al.*, 2011; Erler, 2012).

El contagio se produce por pillaje, deriva, mala praxis de manejo apícola, o por introducción de colmenas enfermas. Es una enfermedad estacional, en primavera al empezar la cría sobreviene una multiplicación del parásito produciéndose un estado de equilibrio entre el huésped y el parásito, donde podemos decir que hay nosemosis latente. En verano disminuye o se diluyen los esporos infectantes llegando a bajar la infección ante el stress, manejo deficiente, clima frío y húmedo que favorece el desarrollo del parásito y a temperaturas ambientales de 24 a 27°C son ideales para su desarrollo (Aminov, 2011; Bourgois *et al.*, 2012; Copley y Jabaji, 2012).

Las abejas tienen síntomas de debilidad general y una imposibilidad de volar probablemente a consecuencia de una compresión de los sacos aéreos abdominales, manifestándose temblores y parálisis. Por tratarse de una inflamación aguda del intestino en virtud que este se lastima cambia su apariencia y coloración, mostrándose de color blanquecino, inflamados, flácidos, deformados; mientras los de abejas sanas son de color verdoso amarillento y turgente (podría utilizarse como diagnóstico a campo). El insecto presenta abdomen globuloso y distendido por la acumulación de excrementos no pudiendo evacuar los efluentes o haciéndolo con dificultad; que no siempre generan una diarrea intensa con deyecciones de color marrón claro verdoso y olor fétido (Mayack y Naug, 2010).

La Acarapisosis o Acariosis traquear es una enfermedad parasitaria que afecta la tráquea de las abejas adultas, causada por el ácaro *Acarapis woodi* (Rennie), microscópico, este se alimenta de la hemolinfa causando daños considerables a la salud de las colonias y grandes pérdidas económicas (Martínez *et al.*, 2011). Está incluida en la lista de declaración obligatoria de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) (OIE, 2013).

El ácaro fue identificado por primera vez en la Isla de Wight, en el canal de la Mancha y para el año 1904 ya se reportaban alta mortalidad de abejas en esa isla, para 1920 se habían perdido casi el 90% de las colonias en Inglaterra y en Cuba se reporta por primera vez en 1990 en la zona oriental del país (Verde *et al.*, 2013).

La acarapisosis es una parasitosis dependiente de muchos factores ecológicos, mostrando un carácter endémico en determinadas áreas y en otras se presenta sólo esporádicamente (Martínez *et al.*, 2011). El hecho de que las viejas abejas infestadas permanezcan en el interior de la colmena, sea por escasez de alimentos o por malas condiciones meteorológicas, aumenta las posibilidades de propagación del ácaro. Existe un cierto período de latencia de la enfermedad, pues la tasa de multiplicación del parásito en las colonias de abejas es baja. En verano mueren muchas abejas infestadas y por ello la presión parasitaria disminuye, mientras que en invierno cuando estas viven más tiempo

los ácaros pueden ejercer mejor su acción patógena, sin embargo, el ácaro soporta con más dificultad las temperaturas bajas que el calor, pues a 15° C sus movimientos son lentos, siendo normales a los 30-34°C (Figueroa y Arechavaleta-Velasco, 2018).

1.2.5. Reordenamiento apícola

Es a partir de los años 1980 que se orienta el programa de reordenamiento y modernización de la apicultura del territorio, la localización geográfica de los apiarios y datos de interés de sus ecosistemas, busca explotar de forma racional y sostenible el potencial melífero con la misión de organizar la tenencia de colmenas por los apicultores y el censo de estos con que contaba el país (Verde *et al.*, 2012).

El análisis integrado del sistema territorial permitirá conocer y comprender la evolución y dinámica del mismo, en tanto, el análisis y la evaluación ambiental posibilitarán la comparación entre la situación ambiental actual y la deseada a través de los indicadores y estándares correspondientes (Feng *et al.*, 2013). El diagnóstico integrado basado en ambos análisis debe permitir identificar los problemas más relevantes del territorio en cuestión, cuya superación será determinante para alcanzar la imagen deseada (Shang, 2013; Buchanan *et al.*, 2014; Ireland *et al.*, 2015).

Las cuatro etapas en las que se enmarca el reordenamiento apícola en Cuba se han aplicado rigurosamente, pero en el tiempo con las limitaciones económicas y los cambios acelerados de los ecosistemas resulta difícil aglutinar las características de los agroecosistemas en tiempo real (Lugo, 2015). La base científica para tomar decisiones de reordenamiento en el desarrollo apícola, debe ser materializado en el principio de conocer las necesidades de reforestación, las especies melíferas existentes y su densidad (Tammer *et al.*, 2010; Calderone, 2012; Garibaldi *et al.*, 2013).

Mantener a los productores capacitados, productos trazables, optimización de los recursos naturales, un control epizootiológico y estricta vigilancia sanitaria de las abejas, así como la identificación de áreas vulnerables a desastres naturales y riesgos químico-tóxicos que afecten la especie, devenida en una verdadera ganadería menor,

garantiza proyectar el desarrollo de la misma con soporte científico e identificar las zonas vírgenes o territorios idóneos para la producción de mieles específicas o ecológicas (Verde *et al.*, 2012; Hamedianfar y Shafri, 2016).

Lugo (2016) demostró que las medidas de reordenamiento apícola aplicadas en la Ciénaga de Zapata facilitó la incorporación de más de 400 colmenas en esa zona aumentando los niveles productivos.

1.2.6. Flora apícola cubana

La flora apícola está formada por el conjunto de plantas de las que las abejas obtienen los productos necesarios para su sustento y mantenimiento de la colmena, en ella se encuentran comprendidas las plantas: nectaríferas, poliníferas y resiníferas o proveedoras de las resinas necesarias para la elaboración del propóleo, las más importantes son tres bejucos o plantas trepadoras que crecen en la vegetación secundaria: el bejuco indio o leñatero (*Gouaniapolígama* Jacq. Urb.), la campanilla morada (*Ipomoea triloba* L.) y la campanilla blanca (*Turbina corimbosa* L.), estas especies forman una sucesión de floraciones que se inician a mediados de septiembre con el leñatero, le sigue la campanilla morada a partir de la segunda decena de octubre y por último la campanilla blanca que florece entre diciembre y enero, aportando históricamente entre el 40 y el 45 % de la cosecha anual de miel (Pérez, 2017).

Todas las plantas melíferas cubanas que aseguran cosechas de miel, excepto el Cítrico (*Citrus maxima x Citrus reticulata* L.) y el Piñón Florido (*gliricia sepium* Jacq.), son plantas silvestres de la flora autóctona, esas especies es hacia las que se han dirigido las investigaciones y el conocimiento de la flora melífera cubana. Cuba cuenta con un gran inventario florístico, más del 40 % de la miel cubana proviene de tres bejucos que florecen en el último trimestre del año y el resto de la miel se extrae de los bosques semicaducifolios que se encuentran inmediatamente detrás de la vegetación costera o en la zona de la premontaña. Otra formación vegetal importante como productora de

miel son los manglares dentro de los cuales el mangle prieto (*Avicennia germinans* L.) y el patabán (*Laguncularia racemosa* L.) son melíferas por excelencia (Pérez, 2017).

El conocimiento sobre el estado de la cobertura vegetal resulta de gran importancia teórica y práctica no sólo para la conservación y gestión de este recurso, sino también por su utilidad como bioindicador del equilibrio ambiental de los ecosistemas. La sobrevaloración que se hace frecuentemente de la capacidad de carga y de regeneración de los ecosistemas, ha ocasionado el uso irracional de sus recursos, produciendo grandes impactos ambientales a nivel local y regional (Huang *et al.*, 2009).

II. PARTE ESPECIAL

2.1. Materiales y métodos generales

2.1.1. Localización de la zona experimental

La investigación se realizó en la provincia de Villa Clara, Cuba, ubicada en el centro del archipiélago cubano, posee una extensión territorial de 8 662,4 km² incluidos 719,2 km² de cayos adyacentes, que forman parte del Archipiélago Sabana-Camagüey o Jardines del Rey. Su posición la ubica entre los 21° 57' y 23°9' de Latitud Norte y los 78° 55' y 80° 45' de Longitud Oeste. Limita al Norte con el Océano Atlántico, por el Sur con las provincias de Cienfuegos y Sancti Spíritus, por el Este limita con la provincia de Sancti Spíritus y por el Oeste con la provincia de Matanzas. La provincia a su vez está formada por 13 municipios en los cuales se desarrolla la actividad apícola (Anexo 1).

Las costas, que poseen una configuración irregular y se caracterizan por ser bajas y pantanosas, alcanzan una longitud de 191,0 km por el Norte siendo esta la única frontera marítima, destacándose los cayos Santa María, Ensenachos, Las Brujas, Fragoso y Esquivel entre otros. Las mayores alturas se ubican en la Sierra de Trinidad, perteneciente al macizo de Guamuhaya, constituyendo la mayor elevación de la provincia el Pico Tuerto con 923 m de altitud. También sobresale la Sierra Guaniquical, con 869 m (CITMA, 2017).

2.1.2. Clima del área donde se desarrolló la investigación

El comportamiento histórico de la temperatura media anual oscila entre 24,0 y 25,2°C, siendo superiores para Caibarién e inferiores en el Yabú. Las temperaturas históricas mínimas medias anuales son altas con un promedio provincial que oscila entre 18,9 y 21,8°C, estando el menor valor en la zona de Santo Domingo y el mayor en la región de Caibarién. En el mes de enero es donde ocurren los valores mínimos medios para toda la provincia. La temperatura históricas máxima media para la provincia oscila entre 28,9 y 30,8 °C, los meses más calurosos son julio y agosto con valores máximos medios entre 31,4°Cy 33,4°C.

El promedio histórico de lluvia según la norma 1961-2000 (E.A.H. V.C) es de 1 295 mm, para un período lluvioso de 991,1 mm y un período poco lluvioso de 303,9 mm. El mes más lluvioso es junio con valores históricos de 203,0 mm y el menos lluvioso es diciembre con 31,9 mm.

La humedad relativa histórica media anual oscila entre 77 y 79 % estando el menor valor en la zona de Santo Domingo.

La velocidad media del viento oscila entre 8,9 y 12,05 km/h teniendo en cuenta las calmas con valores mayores en la costa y menores en el interior, el rumbo anual predominante es del Este.

La nubosidad histórica media anual para toda la provincia es de 4/8 de cielo cubierto oscilando los valores entre tres y cinco octavos de cielo cubierto (AMA, 2017).

2.1.3. Hidrología del área donde se desarrolló la investigación

Los ríos que fluyen por la región en su mayoría son permanentes, de poco caudal y sus niveles varían mucho en el transcurso del año. Los principales ríos son: el Sagua la Grande con 2 188 km² de cuenca y 144 km de recorrido, embalsado en su curso bajo por la presa “Alacranes” (segunda de Cuba en capacidad, con 365 millones de m³), Sagua la Chica con 1 055 km² de cuenca hidrográfica y 91km de longitud, con el embalse Minerva, el Agabama con 1 713 km² de superficie de captación y 118 km de recorrido – compartidos con la provincia de Sancti Spíritus, el río Cana y el río Zaza, mientras que el Hanabanilla, ubicado en el territorio montañoso local (la Sierra de Trinidad). Por su capacidad de embalse también se destaca la presa Palma Sola en el municipio de Corralillo. En general, el territorio tiene una capacidad de embalse de agua de 1 012, 331 millones de m³, distribuida en 12 embalses. El territorio cuenta además con una red de canales de drenaje, en áreas de la llanura norte, destinados a los planes agrícolas. Desde el punto de vista hidrográfico la provincia se puede catalogar entre las que posee una red fluvial no muy densa, (la densidad fluvial es de 0,7 kilómetro por kilómetro cuadrado de territorio).

2.1.4. Suelo y vegetación de la provincia

La provincia presenta variados tipos de sustratos geológicos y de suelos que condicionan la existencia de diferentes tipos de formaciones vegetales y una rica y variada flora. Los mayores picos de cosecha se alcanzan con floraciones silvestres, como el bejuco indio o leñatero, la campanilla morada y la campanilla blanca, las formaciones boscosas se encuentran fundamentalmente en las zonas llanas y de suelos profundos, alcanzando hasta cierta altura en el macizo montañoso de Guamuhaya.

El bosque semideciduo mesófilo se presenta en la llanura septentrional y alturas cálcicas de la cordillera norte de las villas; así como en el área protegida Monte Ramonal y la mayor parte del territorio montañoso de Manicaragua, en el área protegida Hanabanilla; en esta última, en las zonas menos expuestas y asociadas a los cursos de agua, también se presenta el bosque siempreverde mesófilo. El bosque de ciénaga se localiza asociado a lugares bajos y pantanosos de la llanura septentrional y cercano a la costa donde puede alternar con el bosque siempreverde micrófilo.

2.1.5. Tamaño de la muestra a estudiar

El estudio se realizó con el 100 % de los apiarios y el total de colmenas presentes en cada apiario y su localización en cada uno de los municipios, para lo cual se utilizó como base de datos primarios, el registro de apicultores establecido en nuestra provincia donde se registran los nombres de los productores, municipios, código de cada apicultor, apiarios, cuadrante geográfico según SIVE, número de colmenas y apiarios (Anexo 2). Res. 760/2012. (Verde *et al.*, 2012).

2.2. CAPITULO 1

Mapificación digital de los agroecosistemas en Villa Clara y Geolocalización de apiarios y colmenas en áreas de riesgo ante desastres naturales

2.2.1. Introducción

Los SIG son herramientas de gestión y planificación que facilitan la toma de decisiones en procesos complejos de desarrollo, permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones (Amiri, 2010).

En la reducción de riesgo de desastres, el uso de los SIG en los Centros de Gestión para la Reducción de Riesgo (CGRR) ha contribuido a la sensibilización de las autoridades locales y de la población en general sobre la dimensión de los riesgos a que están expuestos y en consecuencia a que actúen sobre las causas que los originan. Cuba está expuesta a diferentes peligros naturales así como de otros orígenes, por su ubicación geográfica en la parte occidental del mar Caribe se ve afectada todos los años por fenómenos meteorológicos extremos principalmente por los huracanes, que traen asociado fuertes vientos e intensas lluvias provocando inundaciones en zonas bajas y penetración del mar en las costas del litoral norte (Llanes, 2010).

La abeja melífera depende de las condiciones del medio para su desarrollo óptimo, su base alimentaria debe estar en ecosistemas sanos y en equilibrios con floraciones diversas y abundantes que aporten una fuente energética y proteica balanceada así como abundante agua. Cualquier evento que dañe la cubierta vegetal ya sea por cambios en el régimen hídrico y térmico, efectos mecánicos de los vientos combinados con intensas lluvias, degradación del suelo, incendios forestales entre otras repercuten en los calendarios, la abundancia, el rendimiento de las flores y en la productividad de las colmenas (Verde *et al.*, 2012; Allsopp y Veldtman, 2013; Sekines *et al.*, 2013).

La ocurrencia de eventos de sequías alternadas con los huracanes, constituye una de las problemáticas más preocupantes sobre la cubierta vegetal del país, no solo por sus efectos directos sobre los diferentes componentes de los ecosistemas sino por su estrecha relación con la ocurrencia de incendios de gran magnitud, estos últimos una de las principales causas de la degradación de los suelos, la pérdida de la biodiversidad y la cubierta forestal (Fernández y Vanina, 2013; Abdulkadir, 2017).

2.2.2. Objetivo:

1. Diseñar una plataforma informativa a partir de un SIG para el análisis integral de los agroecosistemas dedicados a la producción de miel de abejas y georreferenciar los apiarios en áreas de riesgo ante desastres naturales.

2.2.3. Materiales y Métodos

Localización del experimento

La investigación se realizó en la provincia de Villa Clara, con localización, características geográficas y climáticas descritas en materiales y métodos generales.

Procedimiento de la investigación

Como herramienta de trabajo para el montaje de la base de datos se empleó el programa Quantum GIS (QGIS) versión 3.2.1 un paquete de SIG comercial y libre para los fundamentos de la investigación geoespacial (QGIS, 2013) lo cual permitió crear una plataforma interactiva de capas temáticas para la evaluación y el análisis geográfico en relación a los apiarios y su entorno medioambiental. La base de datos con la georreferenciación de los apiarios se procesó empleando el tabulador Microsoft Excel para Windows y los cuadrantes geográficos según SIVE (IMV, 2006).

Se crearon capas temáticas con las informaciones geográficas de interés y otras con la ubicación espacial de todos los apiarios, la cual se superpuso sobre cada una de las

capas con el contenido de las áreas de riesgo según estudio para determinar que apiarios y de que productor se encontraban en cada zona de riesgo para su clasificación.

La base de datos para determinar las áreas de riesgos de inundaciones por intensas lluvias, por penetración del mar, fuertes vientos, intensas sequías e incendios forestales, fueron calculadas, procesadas, mapificadas y emitidas a partir de los "Lineamientos Metodológicos para la Realización de los Estudios de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos de Desastres de Inundación por Penetración del Mar, Inundación por Intensas Lluvias y Afectaciones por Fuertes Vientos.; Intensas Sequías e Incendios Rurales" (Anexo 3), por el Grupo de Evaluación de Riesgo de la Agencia de Medio Ambiente (AMA) del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y su realización responde a la Directiva No.1 del 2010 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional "Para la Reducción de Desastres" (CITMA, 2017).

La base conceptual (Figura 1) que se utilizó para el desarrollo de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos fue la descrita por el EMNDC (Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de Cuba) (EMNDC, 2007).

La metodología comprende cuatro fases generales:

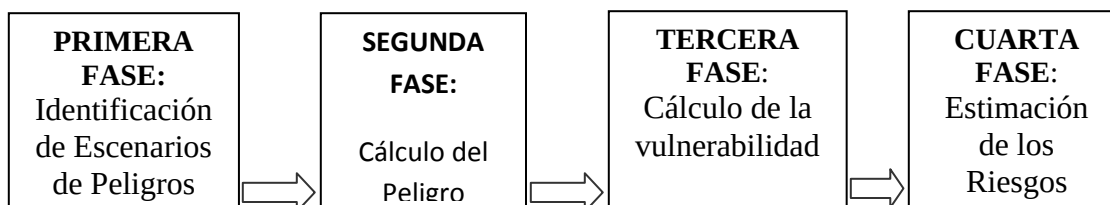


Figura 1. Esquema metodológico para la realización de los Estudios de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos.

2.2.4. Resultado y discusión

Capas temáticas para el análisis y la georreferenciación espacial de apiarios

Se elaboró una plataforma informativa a partir de un SIG que permitió el análisis integral de toda su base de datos. Se diseñaron un total de 18 capas temáticas con datos geográficos, en una se actualizó la ubicación espacial de los apiarios en la provincia, así como su geodificación según SIVE, a siete de ellas se le

georreferenciaron la ubicación de los apiarios para el análisis de las áreas de riesgo ante desastres naturales, una para evaluar el riesgo entre la densidad de colmenas por municipio y la prevalencia de las enfermedades parasitarias y la productividad por municipio expresada en kilogramos de miel por colmenas y otras con imágenes satelitales con la georreferenciación de los apiarios para el análisis de la interacción de estos con el medio que los rodean, (principales carreteras, caminos, veredas, asentamientos poblacionales, fábricas, industrias etc.) por lo que se logra una plataforma interactiva para el análisis integral y la toma de decisiones de reordenamiento y mitigación (Figura 2). Estos resultados coinciden con los criterios de Ireland *et al.* (2015) que los sistemas son utilizados, entre otras aplicaciones, para controlar la contaminación, proteger comunidades en peligro e identificar y caracterizar el hábitat en ecosistemas diversos y sus interacciones entre otras actividades sobre los recursos naturales.

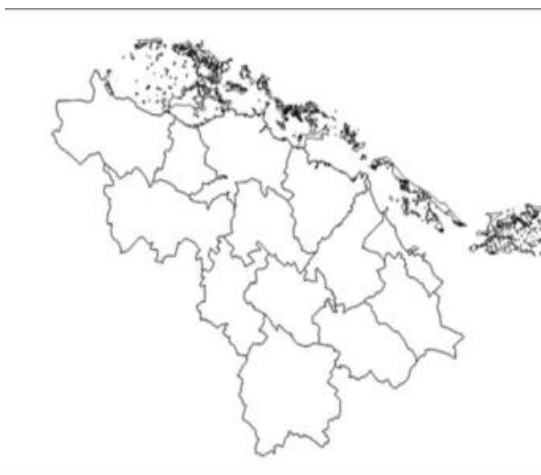


Figura 2-a. División política administrativa



Figura 2-b. Cuencas hidrográficas



Figura 2-c. Altitudes

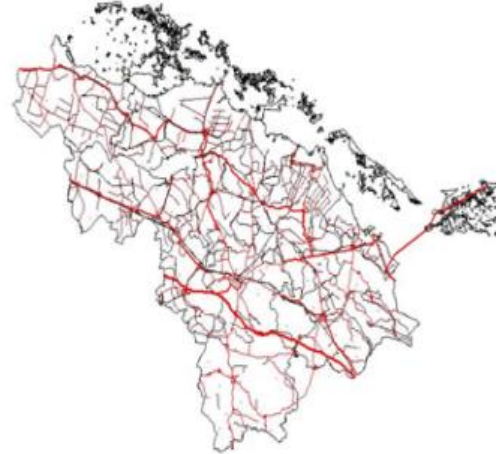


Figura 2-d. Principales vías

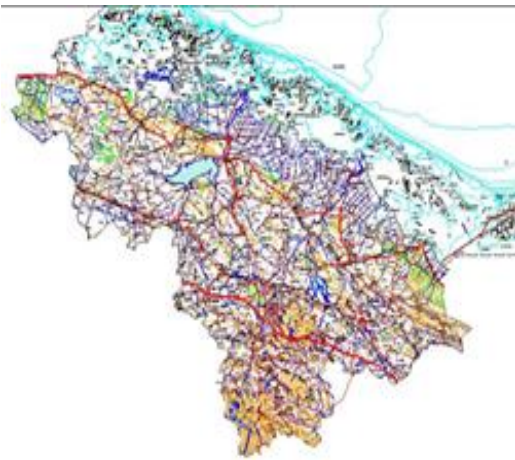


Figura 2-e. Capas vectorizadas

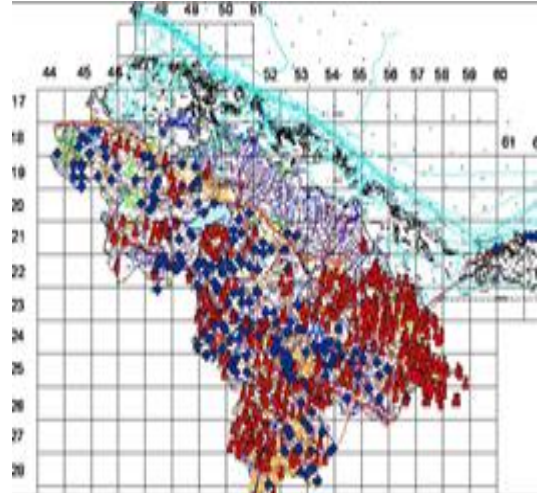


Figura 2-f. Ubicación de apiarios según SIVE

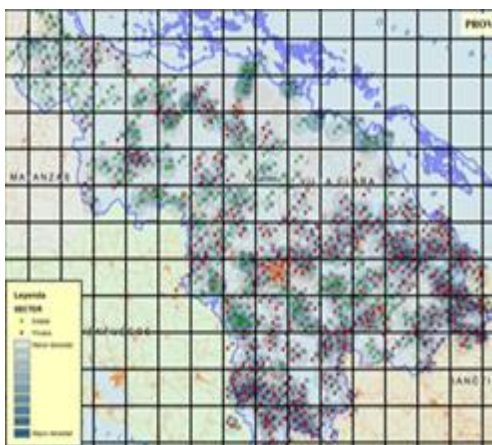


Figura 2-g. Áreas densamente pobladas

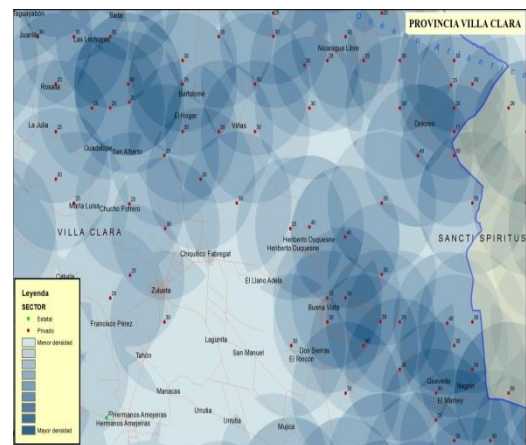


Figura 2-h. Radios de 3 km² desde el apiario

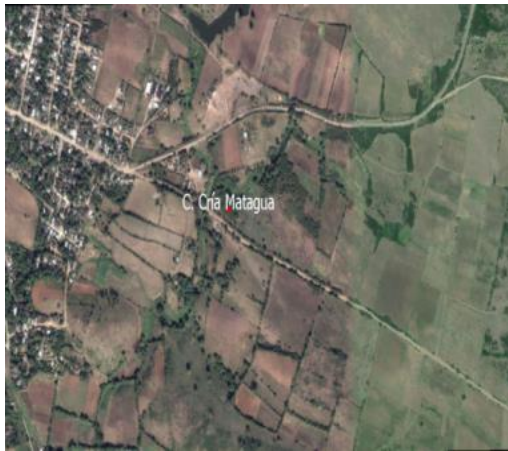


Figura 2-i. Centro abejas reinas Mataguá



Figura 2-j. Apiario georreferenciado Veguita



Figura 2-k. Apiario en la Hanabanilla

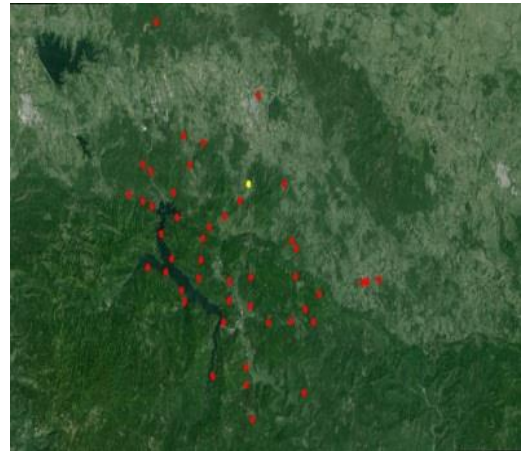


Figura 2-l. Apiarios en áreas de la Hanabanilla

Figura 2. Capas temáticas elaboradas y analizadas a partir del software Quantum GIS. (Versión 3.2.1).

Georreferenciación de apiarios en áreas de mayor riesgo de inundación por intensas lluvias

El SIG permitió identificar a 101 apiarios en áreas de mayor riesgo de inundación por intensas lluvias y 3 296 colmenas implicadas en dichas áreas lo que representa 15,5 % del total de apiarios en la provincia y el 18,8 % de las colmenas (Tabla 1).

Tabla 1. Apiarios y colmenas identificadas en áreas de riesgo de inundación por intensas lluvias.

Municipios	Puestos Fijos		Puestos Trashumantes		Total	
	Apiarios	Colmenas	Apiarios	Colmenas	Apiarios	Colmenas
Santo domingo	20	540			20	540
Caibarién	19	513	2	60	21	573
Placetas	18	486			18	486
Sagua	10	270	9	345	19	615
Manicaragua	7	189			7	189
Camajuaní	4	108	2	100	6	208
Encrucijada			10	685	10	685
Total	78	2 106	23	1 190	101	3 296

Nota: Puestos Fijos: Son emplazamientos que no se trasladan en busca de alimentos. Puestos trashumantes: Apiarios y colmenas que se trasladan en busca de alimentos.

Al realizar una distribución espacial de los apiarios (bajo riesgo) ante intensas lluvias (Figura 3) se pudo constatar que los municipios de Santo Domingo, Caibarién, Placetas y Sagua la Grande son los de mayor número de apiarios y colmenas involucradas en estas áreas de riesgo y en el caso de Caibarién, Sagua, Camajuaní y Encrucijada (riesgo alto) son municipios con costas donde a su litoral se trasladan (Trashumancia), cada año más de 1 000 colmenas en busca del potencial melífero de los manglares, práctica que se realiza en busca de alimento y mayor producción de miel aumentando los rendimientos por colmenas (Pérez, 2007).

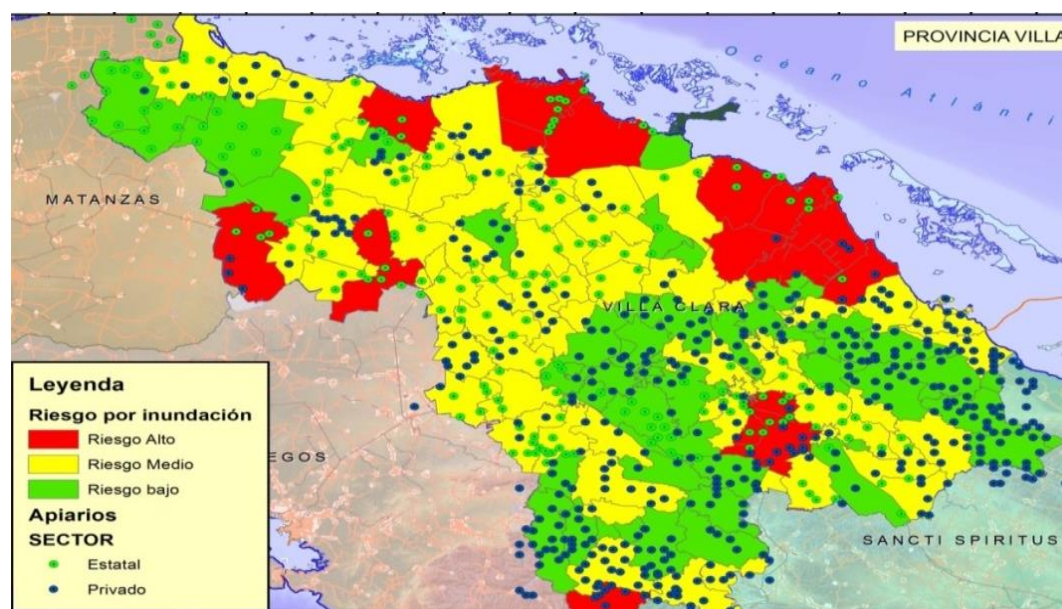


Figura 3. Áreas de riesgo de inundación por intensas lluvias.

Las inundaciones por intensas lluvias que ocurren en estas áreas, susceptible para la acumulación de gran volumen de agua está dado por su morfología y una insuficiente capacidad del drenaje, influido además por factores de impermeabilidad del suelo, las rocas subyacentes, la retención de escorrentías por la cobertura vegetal y los caudales que descargan los ríos según su orden de categoría (AMA, 2017).

Georreferenciación de apiarios en áreas de inundación por penetración del mar

El SIG permitió identificar a 31 apiarios en áreas de mayor riesgo por penetración del mar y 1 421 colmenas implicadas en dichas áreas, lo que representa un 4,8 % del total de apiarios en la provincia y el 8, 2 % de las colmenas. Los municipios que más apiarios y colmenas tienen en áreas de riesgo de inundación por penetración del mar son: Encrucijada y Sagua seguido por Camajuaní y Corralillo, que suman 22 apiarios y 1 130 colmenas que generan puestos que se ocupan todos los años en el período de mayo a agosto; a diferencia de Caibarién y Remedio, donde los nueve apiarios y las 261 colmenas son puestos fijos que se mantienen el resto del año, por haber potencial melífero disponible (Tabla 2).

Tabla 2. Apiarios y colmenas en áreas de inundación por penetración del mar

Municipios	Puestos Fijos		Puestos Trashumantes		Total	Total
	Apiarios	Colmenas	Apiarios	Colmenas	Apiarios	Colmenas
Encrucijada			11	625	11	625
Sagua			8	395	8	395
Corralillo			1	30	1	30
Caibarién	5	140			5	140
Remedio	4	121			4	121
Camajuaní			2	80	2	80
Total	9	261	22	1 130	31	1 391

Las áreas de riesgo por penetración del mar, que inciden sobre las zonas costeras (Figura 4) implican a cinco de los 13 municipios de la provincia y abarcan una línea de costa de una longitud de 297,48 km. Estas penetraciones del mar están asociadas en lo

fundamental, al paso de los ciclones tropicales y frentes fríos, condiciones climáticas favorables para la ocurrencia de estos eventos.

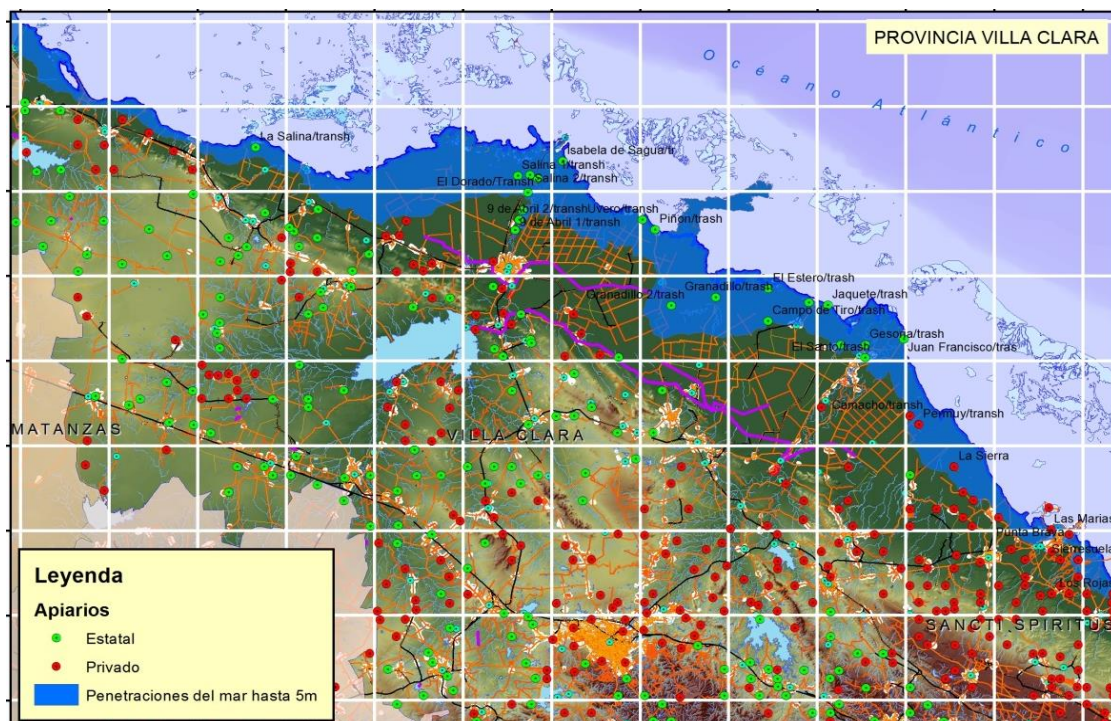


Figura 4. Apiarios localizados en áreas de inundación por penetración del mar.

La provincia de Villa Clara presenta un área de 614,02 km² de bosques de manglar, 26,97 km² de herbazales y 57,02 km² de bosques de ciénaga (CITMA, 2017). Hacia estos territorios se dirige la apicultura en virtud de aprovechar el potencial melífero, significando el período de mayo a agosto que representa la segunda cosecha más importante de la provincia con el 22,8 % de la miel producida.

En el comportamiento de las inundaciones en esta zona incide su colindancia con una plataforma de batimetría baja y la existencia de un sistema insular de pequeños cayos y cayuelos del archipiélago “Jardines del Rey”, que conforman una barrera a todo lo largo en sentido Este-Oeste, así como la persistencia de manglares en una extensa faja litoral y en el sistema insular (Pérez y Lima, 2005).

Esta faja de manglar tiene un doble efecto, de contención al embate de la masa de agua que tiende a penetrar cuando se produce el evento y el de retención del agua que

ha penetrado junto a la acumulada por escorrentías pluviales en su retorno al mar (Hernández y Marzo, 2009).

Georreferenciación de apiarios en áreas de riesgo por afectaciones por fuertes vientos

Todos los municipios presentan áreas de riesgos ante fuertes vientos (Figura 5) los más significativos son: Santo domingo, Ranchuelo y Manicaragua, seguido de Corralillo y Remedios. El peligro de afectaciones por fuertes vientos es de una incidencia más generalizada en la provincia, dado por su posición al centro de Cuba en la región del caribe, con efecto de eventos hidrometeorológicos extremos generadores de fuertes vientos, provocando impactos sobre la población, las áreas de cultivo y los ecosistemas en toda su extensión, donde los ciclones tropicales constituyen los fenómenos más peligrosos para Villa Clara (CITMA, 2017).

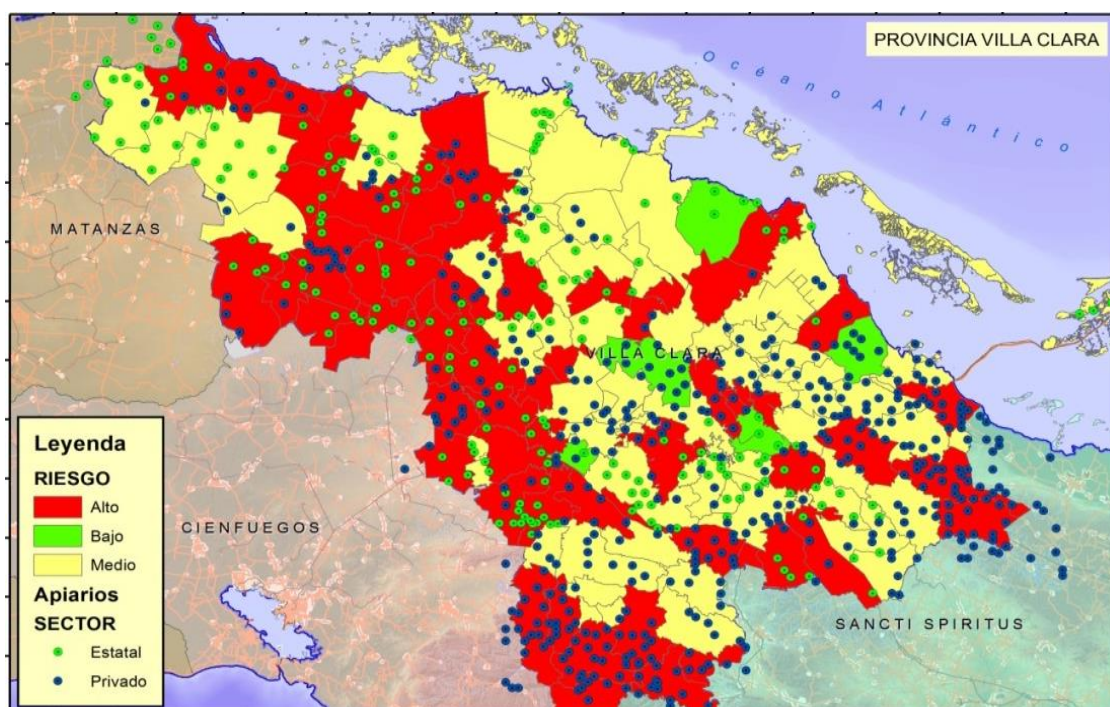


Figura 5. Áreas de riesgo por fuertes vientos ante la ocurrencia de un huracán de categoría cinco

Los apiarios georreferenciados en áreas de alto riesgos representan el 51,3 % del total de la provincia y el 60,3 % de las colmenas (Tabla3), los municipios que mayor número de colmenas involucran por su orden son Manicaragua, Remedio, Santo Domingo,

Ranchuelo y Quemado de Güines lo que representa el 42,7 % del total de la provincia y el 70,9 % del total de las colmenas vulnerables. Esta apreciación del peligro coincide con lo señalado por Lugo (2015) que los vientos de gran intensidad constituyen una fuerza destructora a los ecosistemas y a estructuras físicas frágiles que encuentra a su paso como las colmenas.

Tabla 3. Apiarios y colmenas identificadas en áreas de riesgos por fuertes vientos

Municipios	Puestos Fijos		Puestos Trashumantes		Total	
	Apiarios	Colmenas	Apiarios	Colmenas	Apiarios	Colmenas
Corralillo	23	635	1	25	24	660
Quemado	13	1 010			13	1 010
Sagua	10	270			10	270
Encrucijada			3	185	3	185
Camajuaní	11	300			11	300
Caibarién	11	312	2	60	13	372
Remedio	43	1 319			43	1 319
Placetas	13	295			13	295
Santa Clara	15	847			15	847
Cifuentes	5	110			5	110
Santo Domingo	52	1 440			52	1 440
Ranchuelo	41	1 229			41	1 229
Manicaragua	90	2 420			90	2 420
Total	327	10 187	6	270	333	10 457

Georreferenciación de apiarios en áreas de riesgo por intensas sequías

El único municipio que ofrece peligro de sequía en el período lluvioso es Encrucijada (Figura 6-a; 6-b) mientras que en el período poco lluvioso se encuentran Quemado, Santo Domingo, Ranchuelo, Santa Clara, Camajuaní, Manicaragua y repite Encrucijada. En este municipio, el riesgo en ambos períodos del año (lluvioso y poco lluvioso) resulta alto. Tanto en uno como en otro período el peligro agrometeorológico alcanza igual valor, lo cual sucede también con la vulnerabilidad total dado por el agotamiento de la reserva de humedad productiva del suelo por tiempo muy prolongado, por la ausencia de lluvia (Solano *et al.*, 2007).

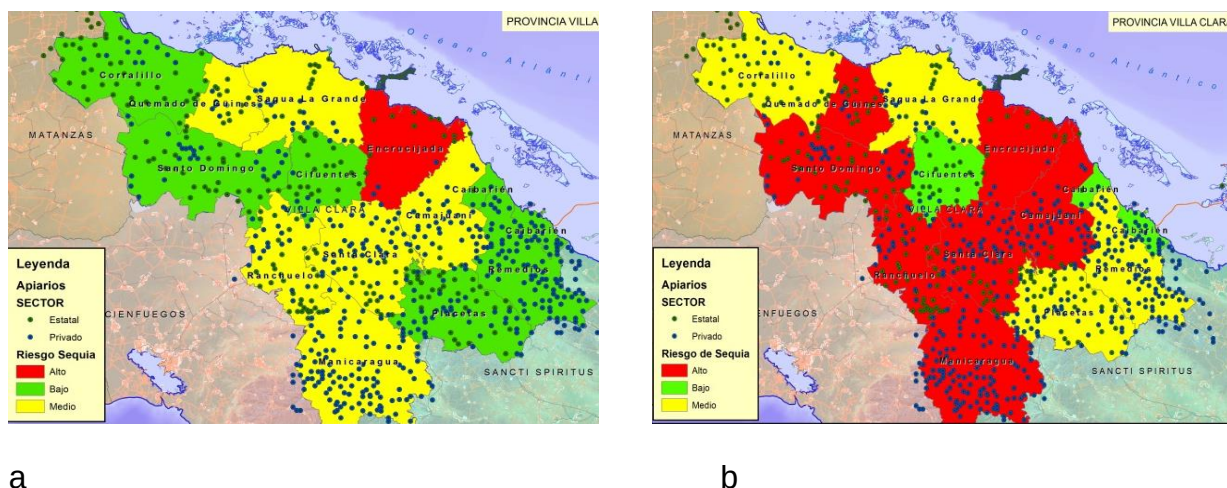


Figura 6. 6-a. Municipio con riesgo de sequía (período lluvioso); 6-b. Municipios con riesgo de sequía (período poco lluvioso)

El número de apiarios y colmenas involucrados en áreas de riesgo de sequías representa el 71,5 % y el 76,3 % respectivamente (Tabla 4), es de destacar que a pesar del período implicado los efectos de estas sequías no han ocasionado efectos graves sobre las colmenas pero sí al ecosistema, por lo que coincide con Centella *et al.* (2006) en especial la flora melífera y al abasto de agua en determinadas zonas que han provocado mermas productivas sobre todo en los meses de febrero hasta junio cuando esta se prolonga. La sequía, como factor negativo para los manglares, provoca la elevación de la salinidad, la que puede ser letal para el ecosistema si se produce con rapidez o si es muy intensa (Fernández y Vanina, 2013; Fattahi *et al.*, 2015).

Tabla 4. Apiarios y colmenas identificadas en áreas de intensas sequías

Municipios	Período Lluvioso		Período poco Lluvioso		Total Apiario	Total Colmena	Total C. A. Reinas
	Apiarios	Colmenas	Apiarios	Colmenas			
Santo domingo			63	1825	63	1825	
Remedio			112	3 484	112	3 484	
Santa Clara			65	1 770	65	1 770	2
Ranchuelo			45	1 095	45	1 095	2
Manicaragua			128	3 503	128	3 503	2
Camajuaní			40	1 312	40	1 312	
Encrucijada	10	735	10	250	20	985	
Total	10	735	463	13 239	473	13 974	6

Nota: Período lluvioso (mayo-octubre) y período poco lluvioso (noviembre-abril)

Georreferenciación de apiarios en áreas de riesgo de incendios rurales

Los municipios con mayor área rural con alto riesgo a incendios en el período lluvioso son: Corralillo, Quemado, Encrucijada, Caibarién y Placetas (Figura 7-a). En el caso del período poco lluvioso los de mayor riesgo son: Corralillo, Quemado, Sagua la Grande, Santo Domingo, Cifuentes y Encrucijada (Figura 7-b) sin embargo lo más significativo es que Corralillo, Quemado, Sagua y Encrucijada mantienen el criterio de riesgo para ambos períodos, son estos los más vulnerables a estos eventos, en ambos períodos aumenta la ocurrencia de incendios, debido a la desecación de la vegetación y la capa superior de los suelos y el aumento de la temperatura (Fernández y Vanina, 2013).

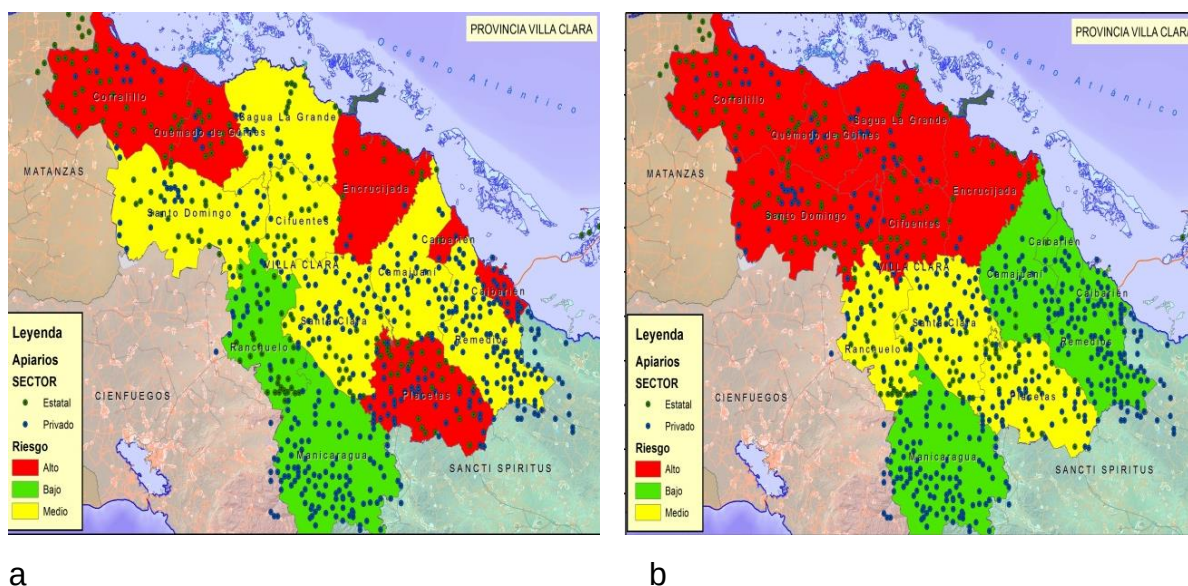


Figura 7. 7-a Riesgo de incendio por municipio, Período Lluvioso (mayo-octubre); 7-b. Riesgo de incendio por municipio, período poco Lluvioso (noviembre-abril). Adaptado: AMA del CITMA 2018

Las mayores afectaciones por incendios forestales se han producido históricamente en los herbazales de ciénaga y en las sabanas, en cambio en los últimos años han ocurrido en bosques naturales, plantaciones forestales con humedad fluctuantes y en áreas no forestales entre las que se encuentran, plantaciones cañeras, pastos (cuencas ganaderas) y comunidades herbáceas, donde pueden ocurrir focos de incendios por quemas no controladas o inducidas por personas que violan las medidas de seguridad (Solano *et al.*, 2007).

En la georreferenciación del número de apiarios en estas áreas de riesgo (Tabla 5) se identificaron 206 apiarios durante el período lluvioso y 184 en el período poco lluvioso, lo que representa el 31,7 % y el 28,4 % respectivamente, en cuanto a los municipios donde se repite el riesgo, la diferencia de apiarios y colmenas está dado por la trashumancia de colmenas en el período de mayo-agosto coincidiendo con la época de lluvia.

Tabla 5. Apiarios y colmenas identificadas en áreas de riesgo de incendios.

Municipios	Período Lluvioso		Período poco Lluvioso		Total	Total
	Apiarios	Colmenas	Apiarios	Colmenas	Apiarios	Colmenas
Santo domingo			63	1 825	63	1 825
Corralillo	55	1 563	38	1 353	93	2 916
Caibarién	22	600			22	600
Placetas	65	1 430			65	1 430
Quemado	22	605	18	500	40	1 105
Sagua	32	1 055	22	575	54	1 630
Cifuentes			33	783	33	783
Encrucijada	10	250	10	685	20	935
Total	206	5 503	184	5 721	390	11 224

En Cuba más del 60 % de la ocurrencia de incendios de bosques se producen en áreas reforestadas. Otra de las causas de deterioro de la cobertura vegetal está relacionada con el hecho de que en las áreas devastadas por los incendios se ha establecido una vegetación secundaria, que en muchos casos limita la recuperación del bosque al impedir la regeneración natural de las especies originales, así como la incompleta restauración de las áreas afectadas. Los huracanes provocan daños severos y abruptos en la estructura física de los ecosistemas, al mismo tiempo que incrementa la intensidad y duración de los incendios debido a la gran cantidad de material combustible que aportan (Serrano, 2007).

Con el empleo de capas temáticas elaboradas y analizadas a partir del software Quantum GIS, fue posible la georreferenciación de apiarios y colmenas, tanto del sector estatal como privado de la provincia de Villa Clara, así como identificar las principales

zonas de riesgo ante intensas lluvias, penetración del mar, fuertes vientos, intensas sequías e incendios forestales en el período lluvioso y poco lluvioso.

El diagnóstico permitió incorporar otras variables productivas y de salud de las colmenas que facilitaron una estrategia de reordenamiento apícola y de medidas de mitigación y resiliencia ante el impacto de desastres naturales sobre la apicultura en el territorio en estudio. Todo lo cual, conllevó en una segunda etapa, evaluar el impacto de los eventos meteorológicos y sanitarios sobre la productividad en el sector apícola.

2.2.5. Conclusiones Parciales

1. El SIG digital permitió crear una plataforma con capas temáticas para el análisis integral de los agroecosistemas apícolas e identificar los apiarios en áreas de riesgos ante desastres naturales: inundación por intensas lluvias, inundación por penetración del mar, afectaciones por fuertes vientos, intensa sequía y peligro de incendio.

2.3. CAPÍTULO 2

Efectos de los principales eventos meteorológicos (Huracanes) y sanitarios (Enfermedades Parasitarias) sobre la actividad apícola en Villa Clara

2.3.1. Introducción

En los últimos años los desastres de orígenes meteorológicos y sanitarios se han incrementado en toda la geografía mundial. Los fenómenos extremos, como las intensas lluvias, los ciclones tropicales, las olas de calor o frío, las sequías extremas forman parte de la variabilidad natural del clima (Menéndez y Guzmán, 2011; Fattahi *et al.*, 2015).

A lo largo de la historia los desastres de tipo sanitario han traído como consecuencias graves enfermedades por agentes epizooticos que afectan la población animal y originan pérdidas físicas en estos, no descartándose la posibilidad de la entrada al archipiélago por la vía de eventos naturales, enjambres o de forma deliberada (Verde *et al.*, 2013).

Las principales manifestaciones destructivas de los desastres sanitarios en las colonias de abejas son las pérdidas económicas directas por colmenas muertas, enfermas o sacrificadas, así como las indirectas por la pérdida o disminución de su producción socialmente útil (miel, cera, propóleos, polen, jaleas etc.) a partir del deterioro del potencial melífero del área afectada (Balslev *et al.*, 2011; Pérez, 2017).

2.3.2. Objetivo:

1. Evaluar el impacto de los eventos meteorológicos y sanitarios sobre la productividad en el sector apícola.

2.3.3. Materiales y Métodos

Análisis de la productividad en el sector apícola

Se realizó un estudio retrospectivo, analítico descriptivo de la serie cronológica de producción de miel de abejas de los últimos 39 años (1979-2017) existente en los registros de producción de la UEB Apícola de Villa Clara (Anexo 4).

Evaluación del impacto de los eventos meteorológicos

Se analizó la serie de eventos climáticos (huracanes) de mayor impacto en el territorio a partir de la base de datos de la Agencia de Medio Ambiente (AMA) del Instituto de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de Villa Clara (CITMA, 2017).

Se realizó un estudio de campo, mediante la inspección de los apiarios, para evaluar los daños ocasionados por el paso del huracán Irma y la tormenta subtropical Alberto en el mes de septiembre del año 2017 y en mayo del 2018 respectivamente. En los recorridos por la base productiva se evaluaron las afectaciones ocurridas en los apiarios y colmenas, para lo cual se efectuó un levantamiento de los mismos teniendo en cuenta el número de colmenas muertas por ahogamiento, derribos de árboles y viradas por la acción de los vientos, así como el número de colmenas dañadas por derribos de árboles, viradas por la acción de los vientos y se evaluó el estado físico de las mismas (Anexo 5).

Se tomaron imágenes gráficas (fotografías) de los daños en las colmenas, las naves apícolas y la vegetación afectada. Se calcularon las pérdidas productivas a partir de las colmenas afectadas que no pudieron castrarse, ni obtener cera, ni propóleo y las afectaciones económicas a partir de la pérdida total de las colmenas muertas y las producciones.

Evaluación del impacto sanitario

Se calcularon algunos índices de intensidad y extensidad epizoótica según Thrusfield, (2007) tales como prevalencia, letalidad, tasa de infestación o intensidad de invasión parasitaria y focalidad; mediante las siguientes formulas:

Prevalencia: $(\text{Colmenas afectadas} / \text{colmenas examinadas} \times 100)$

Letalidad: $(\text{Colmenas muertas} / \text{colmenas enfermas} \times 100)$

Tasa Media de Infestación: $(\text{Ácaros} / \text{abejas examinadas} \times 100)$

Focalidad: $(\text{Colmenas afectadas} / \text{colmenas existentes} \times 100)$

Diagnóstico parasitológico

Para el diagnóstico parasitológico se investigó el 100% de los apiarios y el 45% del parque total de colmenas de la provincia. El muestreo de las colmenas se realizó según lo establecido por el Departamento de Sanidad Animal (DSA) para el estudio parasitológico a partir de la recolección de abejas adultas de (200-250 abejas por frasco) y cada muestra estuvo representada por tres colmenas. Todos los análisis fueron procesados por el Laboratorio de Diagnóstico de Veterinaria Provincial de Villa Clara en el período comprendido de 2017-2018.

Para determinar el diagnóstico y la tasa de infestación (TIA) por *V. destructor* se realizó por el método del detergente (De Jong, 1980).

Para el diagnóstico de acariosis se empleó la metodología de observación directa del ácaro en la tráquea de las abejas después de su disección a través del microscopio (Pengy y Nasr, 1985).

Para el diagnóstico de nosemosis se empleó el método de (Cantwell, 1970).

Determinación de la densidad de colmena

Para determinar el número de colmenas por km^2 y la media de colmenas de los últimos cinco años, se creó una base de datos empleando el tabulador Microsoft Excel y se graficó la densidad de colmenas en un radio de 3 km^2 , para lo cual se utilizó el programa Quantum GIS versión 3.2.1 (QGIS, 2013).

Análisis de riesgo

Se estimó el riesgo relativo mediante la conformación de tablas de contingencia 2x2 (Thrusfield, 2007), aplicándose un estudio analítico observacional retrospectivo de tipo transversal, para determinar si había asociación entre el posible factor de riesgo, densidad poblacional (cantidad de colmenas por municipio) con el suceso, prevalencia a la acarapisosis y nosemosis con el siguiente esquema:

Tabla 6. Tabla de contingencia 2x2 estudio tipo transversal

Clasificación	Colmenas afectadas	Colmenas no afectadas	Total
Colmenas expuestas	a	b	(a+b)
Colmenas no expuestas	c	d	(c+d)
Total	(a+c)	(b+d)	(a+c) + (b+d)

La prevalencia de la enfermedad en las colmenas expuestas (P1) se calcula por la ecuación: $P1=a/(a+b)$

La prevalencia de la enfermedad de las colmenas no expuesta (P2) se expresa mediante: $P2=c/(c+d)$

Así mismo la razón de prevalencia RP se determinó por: $RP=P1/P2$

La fracción atribuible en expuestos (FAE) viene dada por: $FAE= RP-1/RP$

Análisis estadístico

Para determinar el rendimiento por colmena entre los municipios en el período 2011-2017 y el rendimiento por colmenas en el último trimestre de cada municipios (Anexo 6) se empleó el Análisis de Varianza no paramétrico basados en rangos para más de dos poblaciones con la Prueba de Kruskal-Wallis (1952).

Las comparaciones múltiples se basan en las medias de los rangos por tratamientos y en las varianzas de los rangos según el procedimiento de Conover (1999), que es implementado por el Software InfoStat (2012).

Para el análisis de riesgo se empleó un estudio analítico observacional retrospectivo de tipo transversal mediante tablas de contingencia 2x2 con el programa para análisis epidemiológico de datos tabulados (EPIDAT) versión 3.1 (Anexo 7 y 8).

2.3.4. Resultados y Discusión

Análisis de la productividad en el sector apícola y evaluación del impacto de los eventos meteorológicos

Las producciones registradas en los archivos de la UEB Apícola de Villa Clara, muestra que la media productiva de los últimos 39 años es de 586,2 t. Todos los picos de decrecimientos productivos (Figura 8) están asociados a eventos sanitarios y meteorológicos, estos últimos asociados a huracanes con mayor impacto sobre la actividad apícola, con una tendencia al decrecimiento de las producciones, por lo que coincide con (Lugo, 2015) que la acción de las intensas lluvias, los fuertes vientos y las penetraciones del mar afectan de forma directa e indirecta a las colonias de abejas y con Arthur *et al.* (2010); Verde *et al.* (2013) al plantear sobre la afectación de la flora melífera inmersa en la capa vegetal destruida por estos eventos.

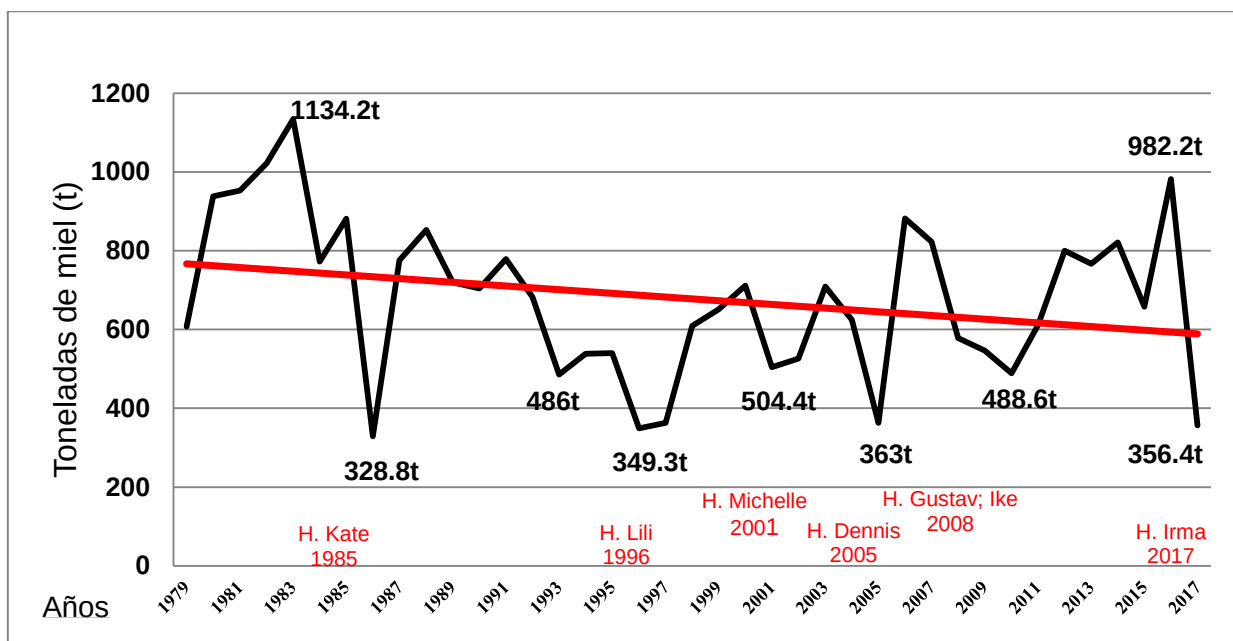


Figura 8. Serie histórica de producción de miel. UEB Apícola Villa Clara, últimos 39 años. — Línea de tendencia.

El mes de noviembre del año 1985 la provincia fue azotada por el huracán Kate afectando considerablemente la producción en el año 1986, solo se acopió 328,9 t de miel dejando de producir cerca de 500 t.

En el año 1996 el azote del huracán Lili en el mes de octubre y el reporte por primera vez del ácaro *Varroa destructor* en abril de 1996, se vio afectada la producción en los próximos cuatro años en más de 600 t de miel y para mediados de 1997 se le atribuía a la varroosis haber provocado la muerte de más de 8 000 colmenas y daños considerables a las sobrevivientes del área afectada, sobre todo en las provincias centrales y occidentales (González, 1996).

En noviembre del 2001 el paso del huracán Michelle y la acción conjunta de la varroa y la loque americana, provocaron afectaciones de más de 600 t en los próximos cuatro años.

El huracán Dennis en el 2005 ocasionó graves daños en la agricultura, la flora y fauna del territorio, obteniendo producciones de 363 t de miel de un plan de 880 t y rendimientos por colmenas de 28 kg de miel de un plan de 63 kg con más de 700 colmenas muertas, beneficiándose por otra parte al almacenar (435 millones) de metros cúbicos de agua, las presas (Ramos, 2009).

En el año 2008 el paso de los huracanes Gustav en agosto e Ike en septiembre afectaron sensiblemente la cubierta vegetal del territorio provocando una afectación productiva en más de 600 t de miel en los siguientes 3 años.

En el año 2017 en el mes de septiembre el huracán Irma azotó severamente al territorio provocando la muerte a 1 571 colmenas y dañando a otras 1 355, con una afectación productiva en más de 350 t de miel y un deterioro considerable en el potencial melífero, sobre todo el bejuco leñatero, las campanillas morada, blanca y los manglares por lo que se coincide con Fernández y Vanina (2013); Yohannes (2016) al plantear que la acción conjunta de la penetración del mar, las intensas lluvias y la acción del viento puede provocar un verdadero desastre sobre los ecosistemas en particular la vegetación (Figura 9-a; 9-b y 10).

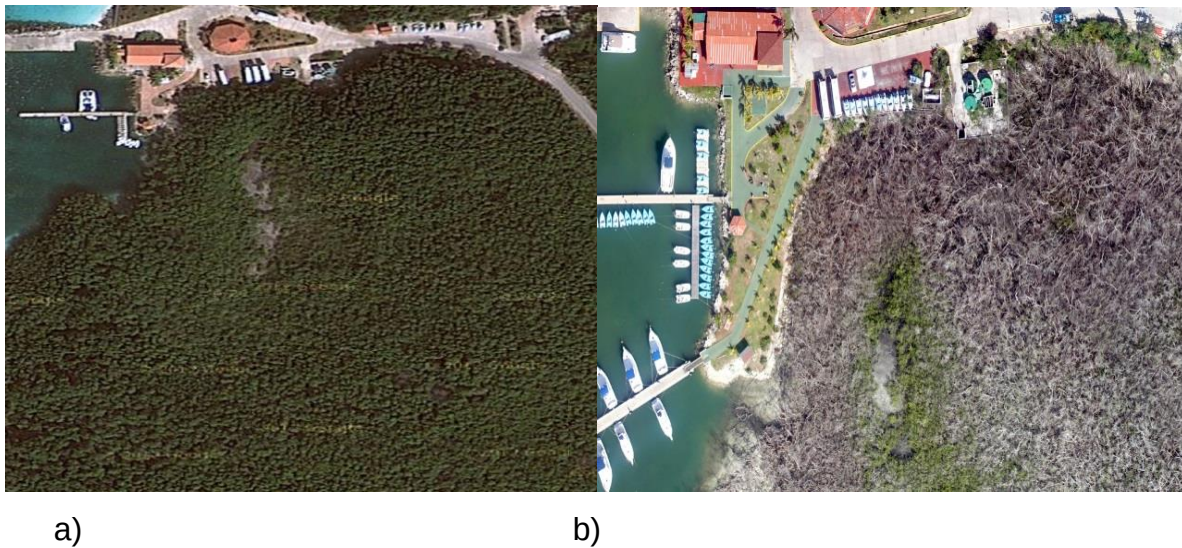


Figura 9. Afectaciones de los manglares, a) antes del huracán Irma; b) después del huracán Irma.



Figura 10. Deterioro de los bosques de mangle al norte de Villa Clara después del huracán Irma.

En el bosque de mangle (Figura 10) se evidencia el efecto del paso del huracán Irma por el área. Se observan troncos de los árboles inclinados y/o partidos por el efecto de los vientos, también árboles muertos, algunos en pie, otros caídos, por lo que se coincide con Huang *et al.* (2009); Menéndez y Guzmán (2011) al analizar que los efectos de tormentas tropicales y huracanes en la estructura de los bosques de mangles mostraron patrones semejantes.

Fueron afectados 89 productores incluyendo los centros de abejas reinas y el 57,6 % de los apiarios, el nueve por ciento de las colmenas murieron y el 7,8 % resultaron afectadas, generando pérdidas de consideración (Tabla 7).

Tabla 7. Efectos negativos del huracán Irma sobre la apicultura en Villa Clara.

Municipios afectados	Product. afectados	Apiarios afectados	Colmenas Muertas				Colmenas Dañadas				Total general
			Ahogadas	Caida de árboles	Vient	Total	Caida de árboles	Viradas	Mojadas	Total	
Caibarién	6	16	45	65	34	144	32	73	30	135	279
Camajuaní	5	25	0	20	2	22	0	107	23	130	152
Cifuentes	2	20	3	96	17	116	0	14	0	14	130
Corralillo	4	20	17	68	30	115	0	44	15	59	174
Manicaragua	21	81	0	200	59	259	67	236	41	344	603
Placetas	6	46	30	89	78	197	0	113	0	113	310
Quemado	4	15	16	96	24	136	0	9	0	9	145
Ranchuelo	7	24	3	61	15	79	9	77	37	123	202
Remedios	18	69	44	161	15	220	0	224	0	224	444
Sagua	1	2	47	0	10	57	0	0	0	0	57
Santa Clara	10	26	13	101	33	147	2	54	18	74	221
Santo Domingo	5	24	10	57	12	79	26	70	34	130	209
total	89	368	228	1 014	329	1 571	136	1 021	198	1 355	2 926

El mayor número de colmenas y apiarios afectados se debió a la acción de los vientos, ya sea de forma directa al derribar las mismas o indirectamente a partir del derribo de árboles o partes de estos sobre ellas, lo que resultó causa de las mayores afectaciones de las colmenas en 46,1% y el 39,3 % del total de las afectadas (Figura 11).



Figura 11. Afectaciones de apiarios por derribos de árboles, huracán Irma.

El impacto directo del huracán Irma sobre el territorio dejó pérdidas económicas de 268 710,9 \$ (Tabla 8) por lo que se concuerda con Lugo (2015) que la acción de los vientos es la que mayor impacto tiene sobre las colmenas.

Tabla 8. Pérdidas económicas tras el paso del huracán Irma

Pérdidas o afectaciones	UM	Cantidad	Presios unitarios (CUP)	Importe
Enjambre (10 000 mil de Abejas)	1 Kg	6 596	1.00	6 596
Reina convencional	U	1 649	80.00	131 920
Tapas	U	31.00	24.75	767
Cajas langtroth	U	296.00	47.61	14 092,56
Cuadros langtroth	U	3 600	3.83	13 788
Cajas media/alza	U	1 300	36.34	47 242
Fondos	U	33.00	26.59	877
Panales con crías	U	19 788	2.40	47 491,2
Panales con miel	U	3 298	1.80	5 936,4
Total				268 710,88

En mayo del presente año la tormenta Subtropical Alberto ocasionó cuantiosas pérdidas a la economía del país, la agricultura y la apicultura en el territorio (Tabla 9) se vio afectada en los meses de mayo y junio dejándose de acopiar 5,47 t y 9,27 t de miel respectivamente, si bien las cifras no son alarmante en cuanto a productividad sí lo es en cuanto a la pérdidas de colmenas si consideramos que hemos estado ante un evento meteorológico único en nuestra provincia fuera de la temporada ciclónica y que sus lluvias fueron las únicas responsable del hecho (Díaz *et al.*, 2018).

Tabla 9. Afectaciones ocasionadas por la Tormenta Sub-Tropical Alberto

Municipios	Productores Afectados	Apiarios Afectados	Colmenas Involucradas	Colmenas Ahogadas
Santo Domingo	4	6	177	120
Remedios	3	3	100	24
Manicaragua	2	2	375	55
Quemado	2	4	132	94
Sagua	1	2	60	40
Corralillo	3	4	108	64
Cifuentes	1	3	80	8
Ranchuelo	1	1	250	10
Placetas	1	2	58	30
TOTAL	18	27	1 340	445

La tormenta Sub-Tropical Alberto dejó pérdida de 445 colmenas y un total de 27 apiarios afectados, que si bien representa el 2,56 % de colmenas muertas con relación al total del parque de la provincia, representa el 33,2 % de las colmenas involucradas en áreas afectadas por la tormenta y el 21,1 % con relación al total de colmenas diagnosticadas en áreas de riesgo de inundaciones por intensas lluvias, por lo que se coincide con AMA (2017), que las características geológicas con predominio del drenaje superficial a través de la red fluvial y no de forma subterránea en la mayor parte del territorio, condicionan a lo largo del curso de estos ríos áreas con transformaciones geológicas que refuerzan la susceptibilidad natural a inundaciones, destacándose los asentamientos poblacionales situados en los llanos de inundación de estos con relleno y pavimentación, obras viales e hidráulicas que interceptan sus corrientes modificando las escorrentías que bajo determinadas situaciones pueden acrecentar el efecto de inundación, ante intensas lluvias.

Valores altos de precipitación pueden ocurrir en casi toda la provincia en un período de recurrencia de 50 años, los más significativos se observan en la figura 12. Con menor

incidencia en núcleos alrededor del municipio de Santa Clara, Corralillo y Santo Domingo.

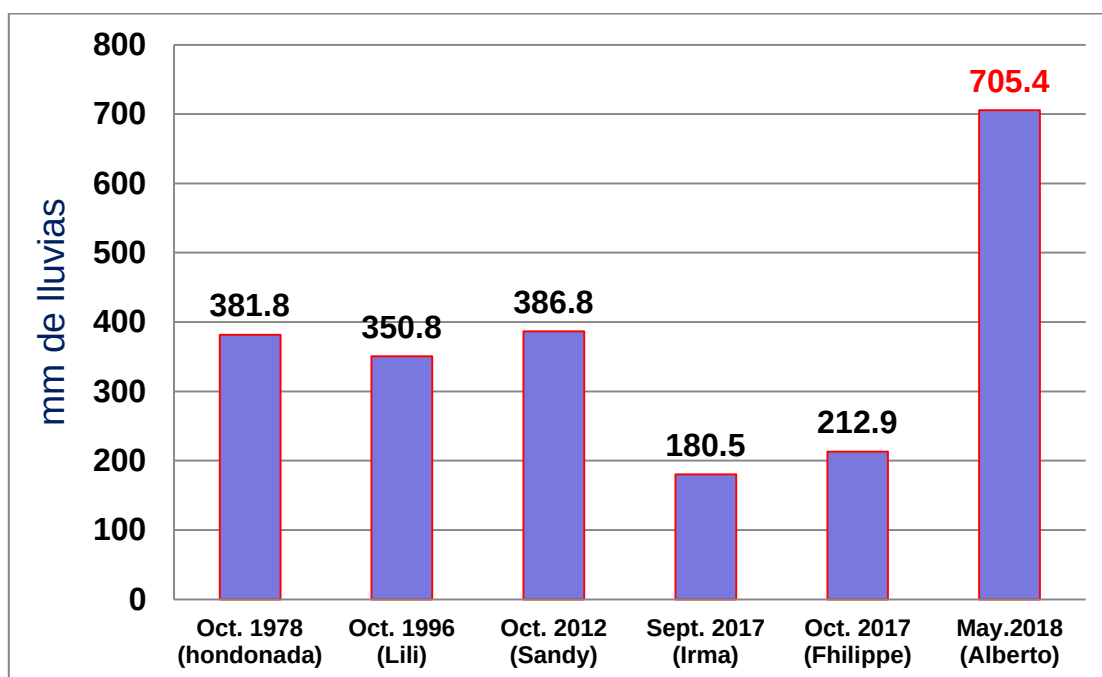


Figura 12. Lluvias de los eventos más significativos en Villa Clara (CITMA, 2017).

Leyenda. mm: de precipitaciones

En las zonas montañosas de Guamuhaya surgen núcleos de precipitaciones con valores superiores a 400 mm, máxima expresión del factor disparador de lluvia en el peligro de inundaciones. En algunas de estas áreas de la provincia existen registros de la precipitación caída en cortos intervalos de tiempo que corroboran la incidencia del factor disparador lluvia en el peligro de inundaciones por intensas lluvias (CITMA, 2017).

Análisis de la productividad de miel de abejas por municipio

Los municipios de Santa Clara, Santo Domingo, Ranchuelo, Remedio presentan menos rendimiento de miel por colmenas durante el año (Tabla 10) lo cual está relacionado con una mayor densidad de colmenas por municipio, que el resto de los municipios que presentan menos.

Tabla 10. Efectos sobre el rendimiento de miel por colmenas por municipios.

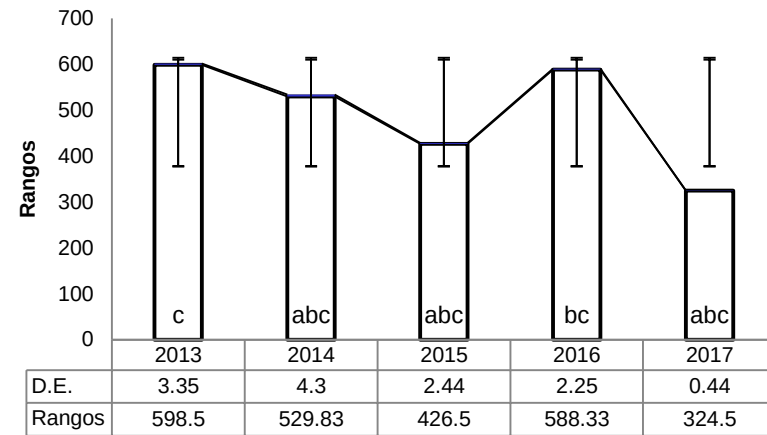
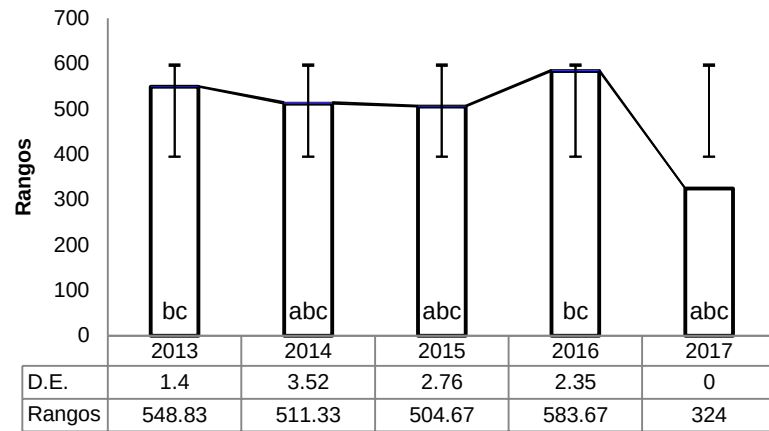
Municipios.	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos
Corralillo	58	3.56	2.74	2.84	350.8 ^{bcd}
Quemado	54	3.16	2.57	2.6	319.67 ^{abc}
Sagua	54	4.95	3.82	4.18	409.34 ^{de}
Camajuaní	55	5.41	3.65	5.05	443.04 ^e
Caibarién	52	4.52	3.67	0.5	391.37 ^{cde}
Remedio	59	3.38	3.12	2.38	322.42 ^{abc}
Placetas	50	4.48	5.19	2.32	326.94 ^{abc}
Santa Clara	57	2.65	2.7	1.81	270.5 ^a
Cifuentes	48	4.2	4.91	1.83	311.01 ^{ab}
Santo Domingo	56	3.57	3.84	2.31	310.65 ^{ab}
Ranchuelo	52	3.65	3.54	2.19	332.1 ^{abc}
Manicaragua	56	4.16	4.05	3.06	343.42 ^{abcd}
Encrucijada	46	5.86	5.87	3.83	417.51 ^{de}

gl=12; H=40; p=0,0001. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$) Conover (1999).

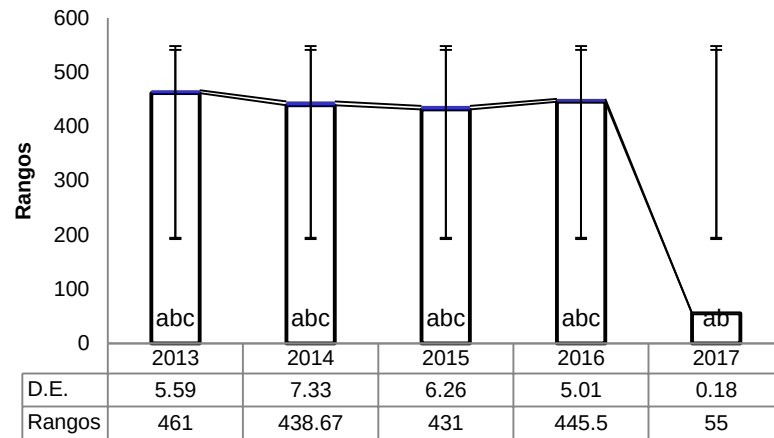
La productividad de miel en el último trimestre del año (época de cosecha) de cada municipio en la provincia durante el período del 2013-2017 arribó que los municipios de Placetas, Manicaragua, Camajuaní y Santo Domingo muestran los mejores rendimientos de miel por colmenas durante la cosecha. A diferencia del análisis anterior, los municipios de Santo Domingo y Manicaragua a pesar de presentar mayor densidad de colmenas, presentan un gran potencial melífero en esta época del año, sustentado en las floraciones del bejuco indio o leñatero, las campanillas morada y blanca, equilibran la relación entre colmenas y potencial melífero, contribuyendo a una mayor eficiencia en esta época del año. El resto de los municipios presentan este mismo potencial pero en menor escala y al no contar con un calendario de floración eficiente el resto del año los rendimientos no son los más eficientes por lo que se coincide con (Chifflet *et al.*, 2011; Potts *et al.*, 2011; Verde *et al.*, 2012; Al-Ghamdi *et al.*, 2014) al plantear que a mayor número de abejas en un mismo radio de vuelo económico mayor competencia por el mismo alimento, lo que repercuten en la eficiencia productiva de las colmenas.

Se demostró que Santo Domingo es el municipio más estable en sus producciones en el último trimestre, su buen potencial melífero en este período y la baja incidencia por eventos como la sequía del 2015 y el huracán Irma condicionaron su estabilidad productiva mientras Manicaragua es el de mayor densidad y mayor rendimiento por colmenas.

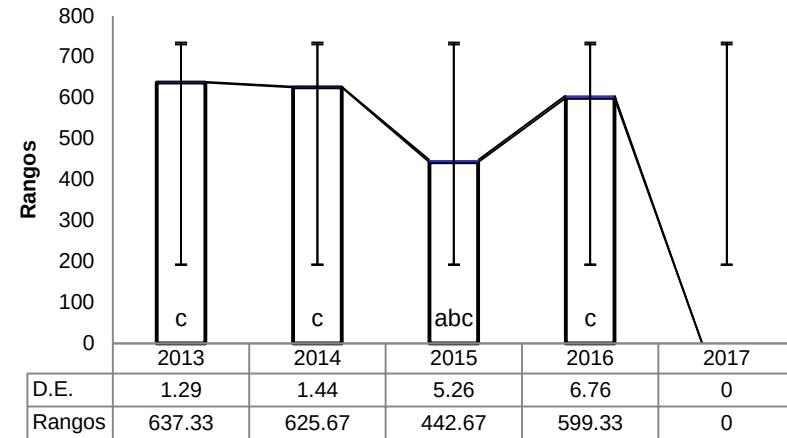
En la cosecha del año 2015 se apreció un decrecimiento productivo en los municipios de Corralillo, Camajuaní, Placetas, Caibarién, Cifuentes, Manicaragua y Encrucijada que estuvo influenciado por una intensa y prolongada sequía, que provocó afectaciones productivas dejando de acopiar 240 t de miel de abejas, lográndose 18 kg de miel por colmenas de rendimiento ante un plan de 32,5 kg de miel por colmenas, por lo que se coincide con lo planteado por Centella *et al.* (2006); Fernández y Vanina (2013); Fattahi *et al.* (2015) al plantear que las sequías prolongadas actúan directamente sobre el desarrollo de las plantas, las cuales no muestran un desarrollo uniforme y las pocas reservas son utilizadas para el mantenimiento de ellas mismas, y por lo tanto sobre el flujo de néctar secretados por los nectarios (Figura 13).



Quemado de Güines

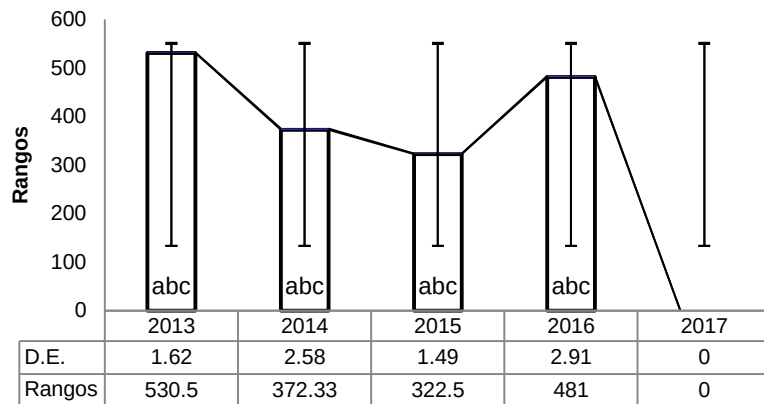


Corralillo

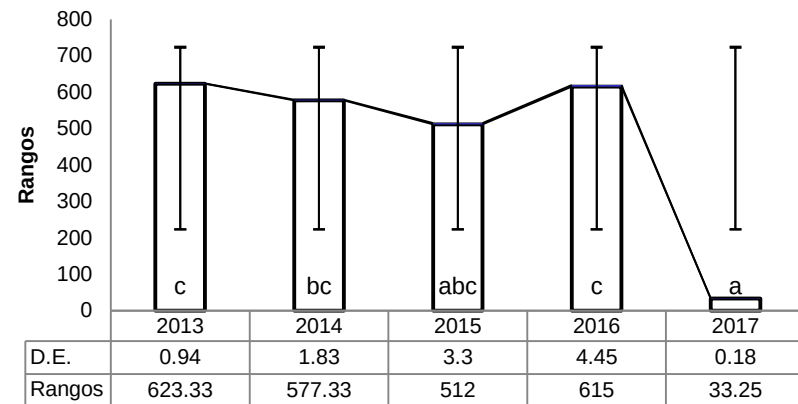


Sagua

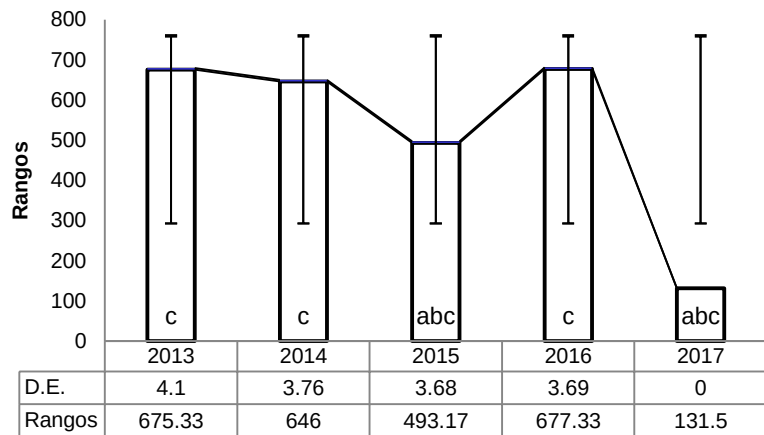
Camajuaní



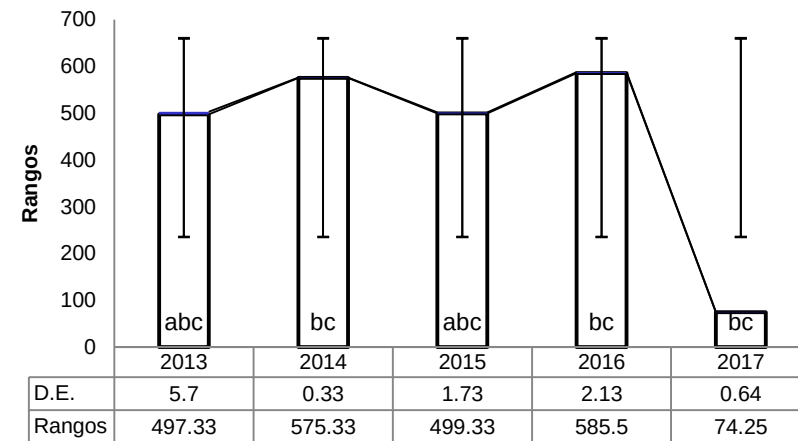
Caibarién



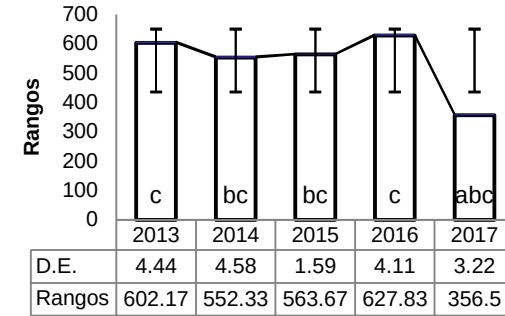
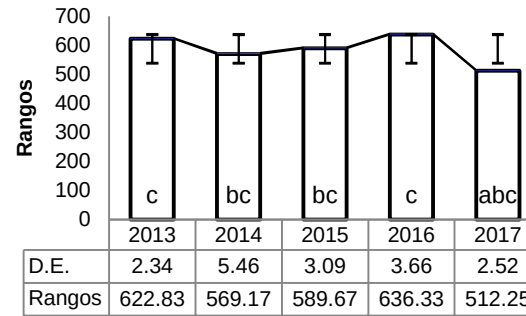
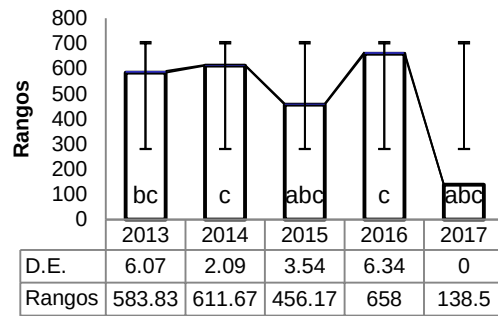
Remedios



Placetás



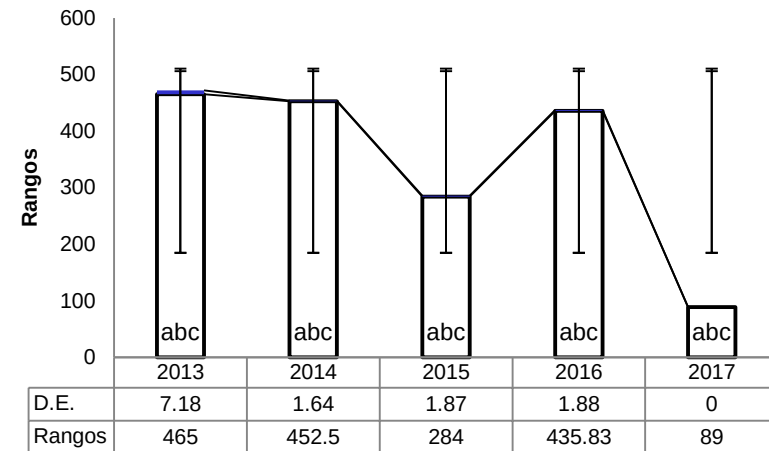
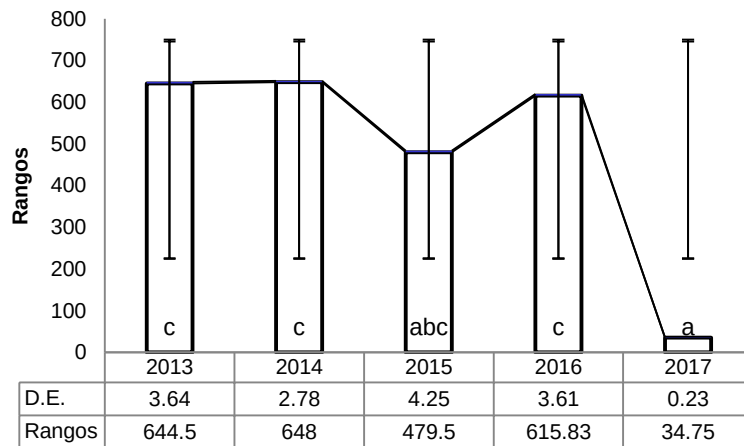
Santa Clara



Cifuentes

Santo Domingo

Ranchuelo



Manicaragua

Encrucijada

Figura 13. Productividad de miel de abejas por municipio (Rendimiento/colmenas), en el último trimestre del período del 2013-2017.

$gl=254$; $H=525.53$; $p=0,0001$. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$) Conover (1999).

Leyenda: D.E.=Desviación Estándar

El huracán Irma afectó el período de cosecha del año 2017 (Figura 13), afectando a 2 926 colmenas y a un 85 % del potencial melífero dejándose de acopiar 507,2 t de miel de abejas, mostrando un rendimiento de 2,5 kg de miel por colmenas de un 32 kg planificado, siendo el municipio de Santo Domingo el menos afectado, el resto mostró pérdidas considerables en especial los municipios de Caibarién, Camajuaní, Manicaragua, Remedios, Sagua y Ranchuelo por lo que se coincide con Llanes (2010); Lugo (2015) al plantear que los eventos meteorológicos extremos afectan la cubierta vegetal y los fuertes vientos actúan directamente sobre la actividad apícola.

Evaluación del impacto sanitario

Las enfermedades parasitarias de mayor importancia sobre la actividad apícola en Villa Clara son Varroosis, Acarapisosis y Nosemosis (Tabla11).

Tabla 11. Indicadores de focalidad, prevalencia, letalidad y tasa de infestación de las principales enfermedades parasitarias en Villa Clara.

Entidad	Focalidad (Apiarios)			Prevalencia (Colmenas)			Letalidad	TIA(%)
	Total	Positivos	%	Total	Positivos	%	%	
Varroosis	639	639	100	6 308	6 308	100	0	3.71
Acarapisosis	639	122	19.09	6 069	543	9	0	
Nosemosis	639	356	55.71	8 763	2 256	26	0	

Nota: (TIA) Tasa de Infestación en Abeja Adulta.

La varroosis presentó una focalidad y prevalencia del 100 %, con una letalidad de cero % y una TIA de 3,71 % en el último año, indicadores por debajo de la media nacional y sin representar un problema significativo en el territorio (APICUBA, 2018).

Resultados logrados por la preparación de los productores a través de las capacitaciones, adecuaciones en el manejo integral de sus colmenas, el empleo de un programa de lucha integrada y el equilibrio establecido entre el parásito y el huésped por lo que coincide con Evans y Spivak (2010); Dobrynin *et al.* (2013) al plantear que las tasas de infestación se mantienen alejadas del límite de peligrosidad donde no se

ha aplicado tratamientos químicos por años y con Carreck y Neumann (2010); Sanabria (2015) que la varroa es considerada el problema sanitario de la apicultura mundial, pues afecta a las crías y a las abejas adultas, disminuye la productividad de las colonias, provoca mortalidad de colmenas y enjambres silvestres, e incluso conduce al abandono de la actividad apícola por muchos apicultores.

La nosemosis muestra un 55,71 % de focos con relación al total de apiarios en la provincia y un 26 % de prevalencia con relación a las colmenas estudiadas, entidad que presenta una alta focalidad y prevalencia en las familias de abejas en el territorio demostrando la activa circulación del agente entre las colonias, por lo que se concuerda con Aronstein (2010); Bourgeois (2010); Costa *et al.* (2011) al plantear que el agente se encuentra latente durante todo el año dentro de las colmenas, y se hace aparente después de períodos de encierro de las abejas dentro de su colmenas por causas como lluvias, fríos, vientos, etc. no se reporta en el período letalidad alguna.

La acarapisosis muestra valores moderados de focalidad 19,09 % y bajos de prevalencias, para un nueve por ciento, sin presentar índices de letalidad. A pesar de su presencia en las poblaciones de abejas, no representa un problema serio sobre la salud de las colonias que la padecen ni mermas productivas significativas, por lo que se coincide con Martínez *et al.* (2011); Figueroa y Arechavaleta-Velasco (2018) al plantear que la baja prevalencia y manifestaciones clínicas es atribuido a la expresión del comportamiento de acicalamiento de las abejas, y a la interacción que ha ocurrido entre las colonias de abejas y el parásito durante los últimos años, generando respuestas a la presión de selección generada por la presencia de *A. woodi*.; y no se concuerda con el mismo autor al plantear que la disminución en la prevalencia de la acariosis se deba en parte a la constante aplicación de tratamientos contra *V. destructor* que se ha llevado a cabo durante los últimos años y que estos tratamientos hayan tenido un efecto indirecto sobre las poblaciones de *A. woodi* en México ya que en nuestro país no se trata esta entidad con ningún fármaco.

Análisis de la densidad de colmenas por km² en cada municipio

De forma descendente los municipios con más densidad de colmenas por km² son Remedios, Manicaragua, Caibarién, Ranchuelo y Santo domingo (Tabla 12).

Tabla 12. Densidad de colmenas por kilómetros cuadrado.

Municipios	Promedio de colmenas último cinco años	km2 de superficie	Colm/km2
Remedios	3436	595,17	5,8
Manicaragua	3124	985,7	3,2
Caibarién	1052	385,76	2,7
Ranchuelo	1401	521,83	2,7
Santo Domingo	1636	878,07	1,9
Placetas	963	656,47	1,5
Camajuaní	857	585,7	1,5
Corralillo	1182	837,3	1,4
Santa Clara	925	669	1,4
Q. de Guines	389	332,82	1,2
Cifuentes	446	415,9	1,1
Encrucijada	630	591,55	1,1
Sagua	369	961,9	0,4
Total	16 408	8 416	1,9

Se demuestra en estos municipios una estrecha relación con la presencia de patógenos circulando en las colmenas, debido al creciente entrecruzamiento en los radios de vuelos de las abejas, así como mayor número de estas sobre un mismo potencial melíferos y al trasiego de elementos de colmenas de un área a otra por parte de los apicultores, por lo que se coincide con Verde *et al.* (2013) al plantear que a mayor número de colmenas/km² constituye un peligro para la diseminación de plagas y enfermedades sobre todo aquellas que su transmisión se establecen por contacto como la varroosis y la acarapisosis, así como mayor competitividad por los alimentos (Figura 14).

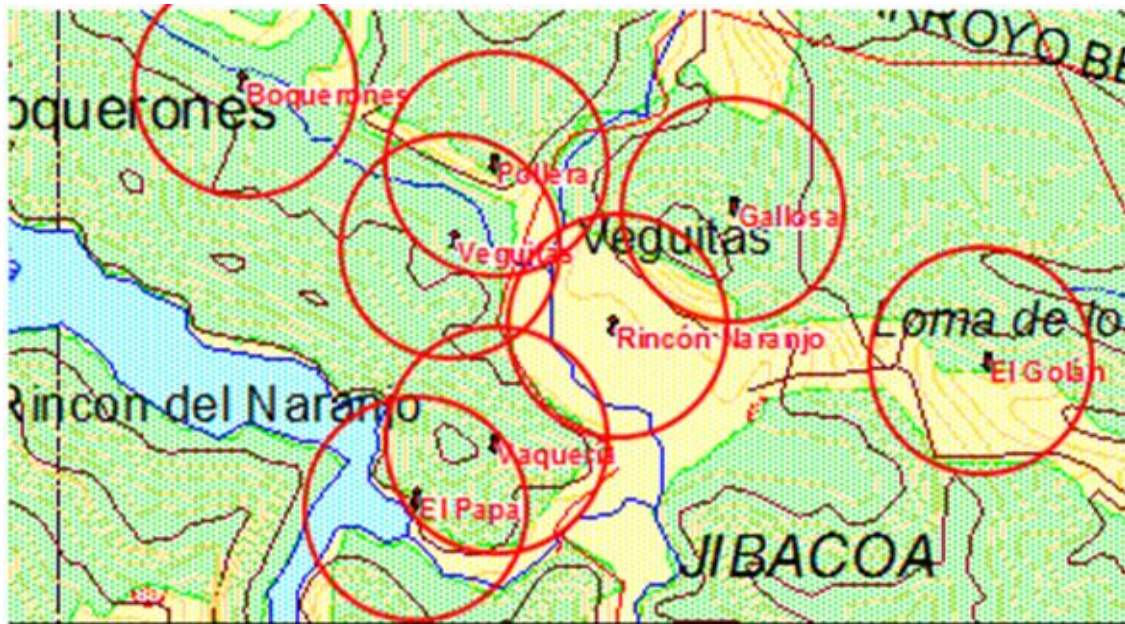


Figura 14. Áreas con mayor densidad de colmenas por km² en Villa Clara

Análisis de riesgo y asociación entre la densidad de colmenas/municipios y la ocurrencia de enfermedades parasitarias

El riesgo de padecer acariosis en los municipios más densamente poblados es mayor que en los que presentan menos población, mostrando un riesgo relativo (RP=2,35), siendo esta asociación estadística (IC: 1,95-2,84) y altamente significativa ($p \leq 0,000$). No siendo así para la nosemosis, enfermedad que no mostró asociación ante la densidad de colmenas por municipios (RP=1,12) (Tabla13).

Tabla 13. Análisis de riesgo y asociación entre la densidad de colmenas/municipios y la ocurrencia de enfermedades parasitarias.

Enfermedad	Asociación		Significación estadística		Medida de impacto			
	RP	IC:(95%)	χ^2	Valor de P	FAE	IC:(95%)	FAP	IC:(95%)
Acariosis	2.35	1.95-2.84	87.29	0.000	57.62	0.18-0.64	43.29	0.34-0.50
Nosemosis	1.12	1.04-1.20	9.63	0.001	10.88	0.04-0.17	6.59	0.02-0.10

Leyenda: RP: Razón de prevalencia, IC: Intervalo de Confianza, FAE: Fracción Atribuible en el Expuestos, FAP: Fracción Atribuible en la Población.

Como medida de impacto se calculó que el 57,62% de las colmenas afectadas por acariosis es atribuibles a la alta densidad en los municipios y solo el 10,88% para la nosemosis, donde la densidad de colmenas elevada no representa un factor atribuible, por lo que se coincide con Martínez *et al.* (2011); Figueroa y Arechavaleta-Velasco (2018) al plantear que a mayor densidad de colmenas por área mayor riesgo de contagio, ya que el mismo se efectúa por contacto entre abejas de la misma colmena o de distintas colmenas al igual que el parásito varroa.

2.3.5. Conclusiones parciales

1. Los eventos meteorológicos constituyen el principal factor de deterioro al potencial melífero del territorio.
2. La densidad poblacional de las colmenas constituye un factor de riesgo ante la acarapisosis. La varroosis constituye la parasitosis de mayor impacto en las colonias de abejas en Villa Clara.

III. DISCUSION GENERAL

La aplicación del sistema de información geográfica, permitió confeccionar 18 capas temáticas con datos de los agroecosistemas y una localización precisa de los apiarios, que funcionó como una plataforma multicriterios para una mejor comprensión de la dinámica de las poblaciones de abejas con relación al medio que las rodeas, por lo que coincide con Henry *et al.* (2012); Rader *et al.* (2013); Khatami *et al.* (2016) al plantear que los avances tecnológicos y el reciente interés por las abejas han permitido adaptar los instrumentos utilizados en la agricultura de precisión y en otras disciplinas agrícolas, además se concuerda con Estoque y Murayama (2010); Mokarram y Aminzadeh (2010); Camargo *et al.* (2014); Hamedianfar y Shafri (2016) que el acceso a la información es fundamental para el desarrollo de cualquier tipo de actividad agrícola, incluida la apicultura, el conocimiento de las abejas, su entorno y el clima son relevantes para el éxito productivo bajo las condiciones actuales.

Se determinó por municipio (tabla 14) el número de apiarios y colmenas localizados en áreas de riesgo ante desastres naturales, dándole un orden jerárquico según la cantidad de riesgos a que están sometidos.

Tabla 14. Números de eventos climatológicos que inciden en cada municipio.

Municipios	Inundación		Penetración del mar		Intensos vientos		Intensa sequías		Incendio rural		Escala No. de afectación	Promedio de colmenas bajo riesgo	% del total de colmenas
	Api.	Col.	Api.	Col.	Api.	Col.	Api.	Col.	Api.	Col.			
Encrucijada	10	685	11	625	3	185	20	985	10	685	5	633	3,7
Santo domingo	20	540			52	1 440	63	1 825	63	1 825	4	1 126	6,5
Caibarién	21	573	5	140	13	372			22	600	4	337	1,9
Sagua	19	615	8	395	10	270			32	1 055	4	467	2,7
Camajuaní	6	208	2	80	11	300	40	1 312			4	380	2,2
Placetas	18	486			13	295			65	1 430	3	442,2	2,6
Manicaragua	7	189			90	2 420	128	3 503			3	1 222,4	7,0
Remedio			4	121	43	1 319	112	3 484			3	984,8	5,7
Corralillo			1	30	24	660			55	1 563	2	450,6	2,6
Quemado					13	1 010			22	605	2	323	1,9
Cifuentes					5	110			33	783	2	178,6	1,0
Santa Clara					15	847	65	1 770			2	523,4	3,0
Ranchuelo					41	1 229	45	1 095			2	464,8	2,7
TOTAL	101	3 296	31	1 391	333	10 457	473	13 974	302	8 546		7 532,8	43,4

Encrucijada es el municipio con mayor número de riesgos (Tabla 14), seguido por Santo Domingo, Caibarién, Sagua y Camajuaní por su orden, sin embargo Manicaragua es el de mayor representatividad en números de colmenas seguido por Santo Domingo y Remedios lo que responde que estos presentan mayor número de colmenas por km² dentro de las mismas áreas de riesgos, concluyendo que en la provincia de Villa Clara existen 7 532,8 colmenas como promedio en áreas de riesgos estudiado, lo que representa el 43,4 % del parque total, e involucrando un total de 254,6 t de miel de abejas que se dejan de acopiar por eventos meteorológicos por lo que se concuerda con Menéndez y Guzmán (2011); Fernández y Vanina (2013); Yohannes (2016) al plantear que el efecto ocasionado por estos eventos resultan un gran desastre sobre la cubierta vegetal, los ecosistemas y en especial a la apicultura.

Se arribó que la acción de los fuertes vientos es el de mayor impacto sobre la apicultura, seguido de la inundaciones por intensas lluvias, intensas sequías, incendios rurales e inundaciones por penetración del mar, determinado por el efecto de eventos hidrometeorológicos, siendo los más peligrosos los ciclones de gran intensidad e incidiendo en los decrecimientos productivos por las afectaciones directas sobre las colmenas e indirectas por las afectaciones en los agroecosistemas (Lugo, 2015).

Se demostró una focalidad del 100 % de varroa en el total de los apiarios, así como en el 100 % de las colmenas evaluadas que representó el 45 % del parque apícola de la provincia, por lo que coincide con Genersch (2010); Verde *et al.* (2013) que la varroosis es la parasitosis que mayor daño ocasiona en *Apis mellifera* y no se coincide con Rashid *et al.* (2012) que planteó que el tratamiento es el único método efectivo para el control de la varroa.

La presencia de nosemosis en 356 apiarios representó el 55,7 % del total en Villa Clara, demostrando una alta focalidad y prevalencia en las familias de abejas, pero presentó un cero por ciento de letalidad, evidenciando la activa circulación del agente

entre las colonias, por lo que coincide con Bourgeois (2010); Aliferis *et al.* (2012); Aronstein (2013); Bühler *et al.* (2013) que el agente se encuentra latente durante todo el año dentro de las colmenas, y se hace aparente después de períodos de encierro de las abejas dentro de su colmenas por causas como lluvias, frío y vientos.

Se concluyó que la focalidad de acarapisosis es moderada 19,09% y que la prevalencia en las colonias es baja en un nueve por ciento, pero mostró un factor de riesgo elevado (RP=2,35) en municipio densamente poblados, lo cual coincide con Martínez *et al.* (2011); Figueroa y Arechavaleta-Velasco (2018) que a mayor densidad de colmenas mayor riesgo de contagio, por lo que la deriva, el pillaje, la enjambrazón natural, la trashumancia no controlada y los errores de manejo del apicultor constituyen brechas sanitarias.

Se arribó que los municipios de Remedio, Manicaragua, Caibarién y Ranchuelo poseen mayor número de colmenas por km², resultando sus rendimientos de miel por colmenas los más bajos, con la excepción de Manicaragua, que exhibe mayores rendimientos lo cual está dado por las características del territorio, ya que las montañas crean barreras naturales que se interponen en los radios de vuelos de las abejas, la poca explotación de los cultivos varios, de ganadería, de áreas de monocultivos y las áreas protegidas por Flora y Fauna garantizan zonas extensas de variadas especies de plantas melíferas durante todo el año, mostrando abundantes flujo de néctar en sus períodos de floración, por lo que se concuerda con Verde *et al.* (2012); Lugo (2015) al referirse que cuando la carga del número de colmenas en un área excede el potencial melífero el aprovechamiento del mismo es insuficiente y por lo tanto muestran rendimientos bajos.

Por los resultado obtenidos, la importancia de la actividad apícola en el territorio y el beneficio de estos insectos al medio ambiente a través de la polinización de plantas silvestres y comerciales, así como la probabilidad cada vez mayor de ser impactada nuestra provincia por eventos naturales y sanitarios se proponen medidas de

reordenamiento apícola para mitigar los efectos negativos en el territorio (Verde *et al.* 2012).

Sobre la productividad y la salud de las colmenas inciden múltiples factores de carácter ambiental que pueden favorecerla o perjudicarla en medida variable, pero no es posible obviar que se requiere un correcto manejo y un estado de salud óptimo, donde los apicultores juegan un papel decisivo en la compleja actividad del manejo de las familias de abejas y la obtención de productos de calidad con altos rendimientos, bajos costos y trazables, lograr un balance entre las actividades productivas y la protección de la naturaleza y se concibe como un proceso de planeación por parte de la UEB apícola cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades locales (Lugo, 2015).

Se enfoca el reordenamiento a partir de los SIG para la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales, la identificación y recuperación de terrenos degradados, la reubicación de apiarios, reforestación de plantas de interés y ajustar la carga y capacidad de la apicultura en cada municipio, teniendo en cuenta el control epidemiológico de las poblaciones, es decir, las colmenas como unidades biológicas básicas y los apiarios, las unidades epidemiológicas (Verde *et al.*, 2013).

La metodología seguida para el reordenamiento apícola (Figura 15) consta de cuatro etapas: primera etapa, censo y mapificación de la apicultura en el territorio, segunda etapa, discriminación, análisis individual de los apiarios censados y mapificados. Tercera etapa, saneamiento y reordenamiento de la apicultura en el territorio. Cuarta etapa, análisis de posibles áreas de fomento apícola (Verde *et al.*, 2012).

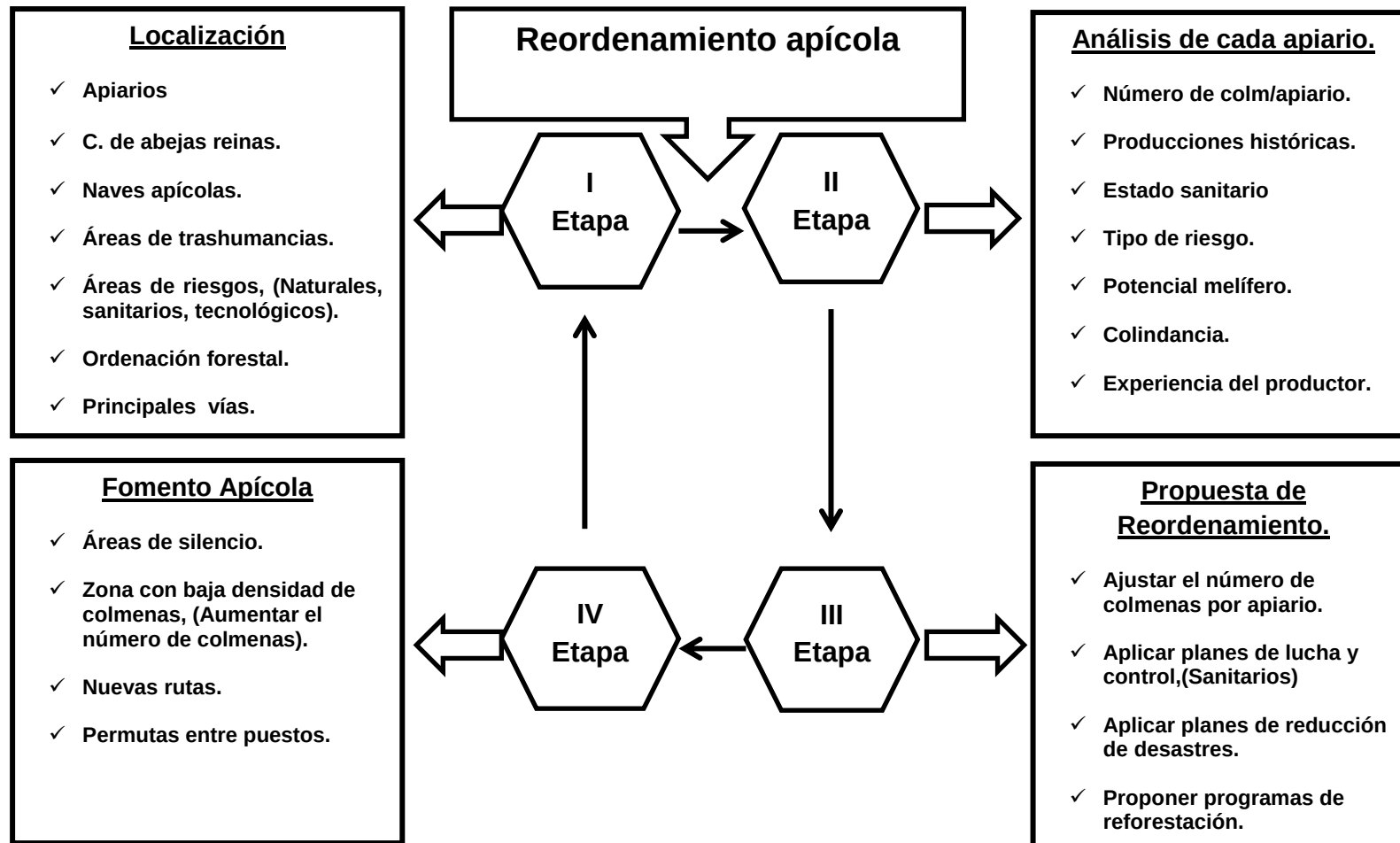


Figura 15. Conceptualización de la aplicación integral del reordenamiento apícola a partir del SIG. Adaptado de (Verde *et al.*, 2012).

IV. CONCLUSIONES GENERALES

1. El diseño de la plataforma informativa a partir del SIG permitió el análisis integral de los agroecosistemas apícolas y la georreferenciación de los apiarios en áreas de riesgos ante desastres naturales.
2. Los eventos meteorológicos asociados a huracanes e intensas lluvias y la mayor densidad de colmenas por km² ejercen un mayor impacto negativo sobre la productividad en el sector apícola, constituyendo esta última un factor de riesgo ante la acarapisosis.

V. RECOMENDACIONES

1. Continuar el uso de los SIG para mejorar los sistemas de gestión integrados en la apicultura.
2. Identificar áreas de riesgos ante desastres tecnológicos a partir del SIG.
3. Determinar a través del SIG el potencial melífero del territorio.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Abd, T.;Ebadah, I.; Zidan, E. (2012). Control of Varroa Mite by Essential Oils and Formic Acid with Their Effects on Grooming Behaviour of Honey Bee Colonies. *J. Basic. Appl. Sci. Res* 2(8):7674-7680.
- Abdulkadir, G. (2017). Assessment of Drought Recurrence in Somaliland: Causes, Impacts and Mitigations. *J. Climatol Weather. Forecasting* 5: 204.doi: 10.4172/2332-2594.10002.
- Abou-Shaara, F. (2013a). Using geographical information system (GIS) and satellite remote sensing for understanding the impacts of land cover on apiculture over time. *International Journal of Remote Sensing Applications*, 3 (4): 171-174. doi: 10.14355/ijrsa.2013.0304.01.
- Abou-Shaara, F. (2013b). Wintering map for honey bee colonies in El-Behera governorate, Egypt by using geographical information system (GIS). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 17 (3): 403-408. doi: 10.4314/jasem.v17i3.9
- Albers, J.; Robinson, E. (2011). The trees and the bees: Using enforcement and income projects to protect forests and rural livelihoods through spatial joint production. HJ Albers and EJZ Robinson. *Agricultural and Resource Economics Review* 40(3):424-438. December 2011.
- Al-Ghamdi, A.; Adgaba, N.; Getachew, A.; Tadesse, Y. (2014). New approach for determination of an optimum honey bee colony's carrying capacity based on productivity and nectar secretion potential of bee forage species. *Saudi Journal of Biological Sciences* (2014). <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.09.020>. (Consultado 11-8-2018).
- Aliferis, A.; Copley, T.; Jabaji, S. (2012). Gas chromatography-mass spectrometry metabolite profiling of worker honey bee (*Apis mellifera* L.) hemolymph for the

- study of *Nosema ceranae* infection. *Journal of Insect Physiology* 58(10):1349-1359.
- Allsopp, H.; Veldtman, R. (2013). The price of being important: the effective management of honey bees as a critical ecosystem service. *South African Bee Journal* 83(4): pp 160-165.
- AMA (Agencia de Medio Ambiente). (2017). Lineamientos Metodológico Para la realization de los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de Desastres de Inundación por Penetración del Mar, Inundación por Intensas Lluvias y Afectaciones por Fuertes Vientos, , Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Villa Clara. Cuba. pp 7.
- Aminov, I. (2011). Horizontal gene exchange in environmental microbiota. *Frontiers in Microbiology* 2: 158 doi: 10.3389/ fmicb.2011.00158.
- Amiri, F. (2010). Modeling Livestock Grazing in Rangeland by GIS, World Engineering Congress, 2nd-5th August 2010, Kuching, Sarawak, Malaysia Conference on Geomatics and Geographical Information Science, pp. 77-90.
- Amiri, F. (2011). Applicability of the three components foraged Value model in strategic use of pasture (Case study: Vahregan catchments, Isfahan province). *World Appl. Sci. J.*, 13 (6): 1565-1671.
- Amiri, F.; Rashid, A.; Sharif, M. (2012). Application of geographic information systems in landuse suitability evaluation for beekeeping: A case study of Vahregan watershed (Iran). *African Journal of Agricultural Research*, 7(1): pp 89-97.
- Anderson, L. (2000). Variation in the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 31: pp 281-292.
- Anderson, L. Trueman, H. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.* 24: pp 165-189.

- APICUBA - Empresa Apícola Cubana. (2018). *Informe Resumen, Balance de Trabajo*, Año 2017. Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña (GEAM), Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. pp 10-14.
- Aronstein, A. (2010). Detect Nosema parasite in time to save bee colonies. *American Bee Journal* 150(1), pp 63-65.
- Aronstein, A.; Webster, C.; Saldivar, E. (2013). A serological method for detection of *Nosema ceranae*. *Journal of Applied Microbiology* 114(3) pp 621-625.
- Arthur, D.; Li, J.; Henry, S.; Cunningham, A. (2010). Influence of woody vegetation on pollinator densities in oilseed Brassica fields in an Australian temperate landscape. *Basic and Applied Ecology* 11(5): 406-414. <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2010.05.001>. (Consultado 11-8-2018).
- Babaie, S.; Mataji, A.; Sani, A. (2009). Ecological capability assessment for multiple use in forest areas using GIS-based multiple criteria decision making approach. *Am J Environ Sci* 5(6):714.
- Balslev, H.; Kahn, F.; Millan, B.; Svenning, J-C.; Kristiansen, T.; Borchsenius, F.; Pedersen, D.; Eiserhardt, W. (2011). Species Diversity and Growth Forms in Tropical American Palm Communities. *Bot. Rev.* 77:381-425.
- Banerjee, S.; He, Y.; Guo, X.; Cheng, S. (2011). Spatial relationships between leaf area index and topographic factors in a semiarid grassland: Joint multifractal analysis. *AJCS* 5(6):pp756-763.
- Bourgeois, L.; Rinderer, E.; Beaman, D.; Danka, G. (2010). Genetic detection and quantification of *Nosema apis* and *N. ceranae* in the honey bee. *Journal of Invertebrate Pathology* 103(1) pp 53-58.
- Bourgeois, L.; Bearman, D.; Holloway, B.; Rinderer, E. (2012). External and internal detection of *Nosema ceranae* on honey bees using real-time PCR. *Journal of Invertebrate Pathology* 109(3): 323-325. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2012.01.002>. (Consultado 9-9-2018).

- Brodscheider, R.; Moosbekhofer, R.; Crailsheim, K. (2010). Surveys as a tool to record winter losses of Honey bee colonies – a 2 year case study in Austria and South Tyrol. *J Api Res* 49: pp 23-30.
- Brodschneider, R.; Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie* 41(3): pp 278-294. <http://dx.doi.org/10.1051/apido/2010012>. (Consultado 9-9-2018).
- Buchanan, P.; Fleming, M.; Schneider, L.; Richards, K.; Archibald, J.; Qiu, Z.; Walter, T. (2014). Evaluating topographic wetness indices across central New York agricultural land scapes. *Hydrol Earth Syst Sci*. 18: pp 3279–3299.
- Bühler, R.; Andonov, S.; Bienefeld, K.; Costa, C.; Hatjina, F.; Kezic, N.; Kryger, P.; Spivak, M.; Uzunov, A.; Wilde, J. (2013). Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) *The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for Apis mellifera research*. *Journal of Apicultural Research* 52(1): <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.07>. (Consultado 9-9-2018).
- Calderone, W. (2012). Insect pollinated crops, insect pollinators and US agriculture: Trend analysis of aggregate data for the period 1992-2009. *PLoS ONE* 7(5): e37235. doi: 10.1371/journal.pone.0037235.
- Camargo, C.; García, A.; Feiden, S.; De Vasconcelos, G.; Pires, M.; Hartleben, D.; Pereira, J. (2014). Implementation of a geographic information system (GIS) for the planning of beekeeping in the west region of Paraná. *An Acad Bras Cienc* 86: pp 955–971.
- Cantwell, E. (1970). Standard methods for counting nosema spores. *Am. Bee J.*, 110, pp 222–223.
- Carreck, L.; Neumann, P. (2010). Honey bee colony losses. *Journal of apicultural Research* 49(1): 1-6. <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.01>. (Consultado 9-9-2018).

- Castro, A.; Cedeño, A. (2007). Mapificación de la apicultura en Villa Clara. I encuentro Latino Americano de Apicultoras. II Congreso de Apicultura, Memorias. La Habana. Cuba.
- Cengiza, T.; Cengiz, A. (2009). Application of analytical hierarchy process and geographic information systems in land-use suitability evaluation: a case study of Dümrek village (Çanakkale, Turkey). Intern. J. Sustain. Dev. World Ecol., 16 (4): pp 286-294.
- Centella, A.; Lapinel, B.; Solano, O.; Vázquez, R.; Fonseca, C.; Citié, V.; Báez, R.; González, S.; Sillé, J.; Rosario, P.; Duarte, L. (2006). "La sequía Meteorológica y Agrícola en la República de Cuba y la Republica Dominicana". En Adaptación al Cambio Climático. Tomo I. PNUD. La Habana. Cuba.
- Chaimanee, V.; Warrit, N.; Chantawannakul, P. (2011). Infections of *Nosema ceranae* in four different honey bee species. Journal of Invertebrate Pathology 105(3): 207- 10.<http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2011.05.012>.(Consultado 9-9-2018).
- Chifflet, R.; Klein, K.; Lavigne, C.; Le Féon, V.; Rrcroch, E.; Lecomte, J.; Vaissiere, E. (2011). Spatial scale of insectmediated pollen dispersal in oilseed rape in an open agricultural landscape. Journal of Applied Ecology 48 (3): 689-696. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01904.x> (Consultado 11-9-2018).
- CITMA. (2012). Informe Final de Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo de Desastre por Incendio en Áreas Rurales, Provincia Villa Clara. Cuba.
- CITMA. (2017). Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de Desastres de Inundación por Penetración del Mar, Inundación por Intensas Lluvias y Afectaciones por Fuertes Vientos. Villa Clara. Cuba.
- Conover, W.J. (1999). "Practical nonparametric statistics". John Wiley and Sons Inc, New York.
- Copley, R.; Jabaji, H. (2012). Honeybee glands as possible infection reservoirs of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in naturally infected forager bees. Journal of Applied Microbiology 112(1), pp 15-24.

- Costa, C.; Tanner, G.; Lodesani, M.; Maistrello, L.; Neumann, P. (2011). Negative correlation between *Nosema ceranae* spore loads and deformed wing virus infection levels in adult honey bee workers. *Journal of Invertebrate Pathology* 108(3): 224-225. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2011.08.012>. (Consultado 9-9-2018).
- De Jong, D. (1980). *Varroa Jacobsoni*; Survey Techniques. Leaflet No. 109, University of Maryland, USA.
- Delgado, D.; Pérez, M.; Cardona, A.; Giray, T.; Restrepo, C. (2012). Forecasting the Influence of Climate Change on Agroecosystem Services: Potential Impacts on Honey Yields in a Small-Island Developing State. Department of Biology, University of Puerto Rico-Rio Piedras Campus, P.O. Box 23360, San Juan, PR 00931-3360, USA. Volume 2012, Article ID 951215, pp 10.
- Díaz, J.; Gómez, M.; Montenegro, G. (2009). Nectar volume and floral entomo fauna as a tool for the implementation of sustainable apicultural management plans in *Quillajasaponaria* Mol. *Agroforestry Systems* 76(1): pp 149–162.
- Díaz, L.; Borrero, L.; Vilchez, C. (2018). Periódico Vanguardia. Órgano Oficial del Comité Provincial del Partido en Villa Clara. Santa Clara, 2 de Junio de 2018. Año I, VI No. 44. pp 4-6.
- Dobrynin, D.; Colombo, M.; Eördegh, R. (2013). A comparative study of diagnostic methods for detection of *Varroa destructor* infestation level in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Acarina*. 21(1): pp 3-16.
- Dussaubat, C.; Maisonnasse, A.; Alaux, C.; Tchamitchan, S.; Brunet, L.; Pletter, E.; Belzunces, P.; CONTE, Y. (2010). *Nosema* spp. Infection alters pheromone production in honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Chemical Ecology* 36(5): 522-525. <http://dx.doi.org/10.1007/s10886-010-9786-2>. (Consultado 9-9-2018).
- Emanuel, K. (2005). «Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years» (PDF). *Nature* 436 (4): pp. 686-688.

<ftp://texmex.mit.edu/pub/emanuel/PAPERS/NATURE03906.pdf>. (Consultado 18-6-2018).

- EMNDC (Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de Cuba). (2007). Guía para la realización de estudios de riesgo para situaciones de desastres. La Habana. Cuba.
- Engelsdorp, J.; Hayes, R. Underwood, M.; Pettis, J. (2008). "A survey of oney bee colony losses in the U.S., Fall 2007 to Spring 2008," PLoS ONE, vol. no. 12, Article ID e4071.
- Erler, S.; Lommatzsch, S.; Lattorff, H. (2012). Comparative analysis of detection limits and specificity of molecular diagnostic markers for three pathogens (Microsporidia, Nosema spp.) in the key pollinators Apis mellifera and Bombus terrestris. Parasitology Research 110(4): 1403–1410. <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-011-2640-9>. (Consultado 9-9-2018).
- Estoque, C.; Murayama, C. (2010). Suitability analysis for beekeeping sites in La Union, Philippines, using GIS and multi-criteria evaluation techniques. Res J ApplSci 5: pp 242–253.
- Evans, D.; Spivak, M. (2010). Socialized medicine: individual and communal disease barriers in honey bees. Journal of Invertebrate Pathology 103(S): S62-S72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.019>. (Consultado 9-9-2018).
- Extensión. (2013). NASA, HoneyBeeNet, and Bee Informed Measuring Change, Saving Bees. Consultado en: <http://goo.gl/yUsIHK>. (Consultado 18-6-2018).
- Fattahi E.; Habibi, M.; Kouhi, M. (2015). Climate Change Impact on Drought Intensity and Duration in West of Iran. J Earth SciClim Change. 6: 319. Doi: 10.4172/2157-7617.1000319.
- Feng, Q.; Zhao, W.; Qiu, Y.; Zhao, M.; Zhong, L. (2013). Spatial Heterogeneity of Soil Moisture and the Scale Variability of Its Influencing Factors: A Case Study in the Loess Plateau of China. Water. 5: pp 1226-1242.

- Fernández, L.; Vanina, A. (2013). Evaluación de los cambios de estado en ecosistemas degradados de Iberoamérica. PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO. ISBN: 978-987-29881-0-4. Buenos Aires, Argentina. 2013 pp 26.
- Figueroa, C.; Arechavaleta-Velasco, M. (2018). Prevalence of honeybee tracheal mite disease and infestation levels of *Acarapis woodi* in honeybee colonies of Morelos, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* Vol. 9 Número 3. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4194>. (Consultado 11-10-2018).
- Garbuzov, M.; Ratnieks, W. (2014). Lattice fence and hedge barriers round an apiary increase honey bee flight height and decrease stings to people nearby. *Journal of Apicultural Research*, 53(1), pp 67-74.
- Garibaldi, A.; Steffan-Dewenter, I.; Winfree, R.; Aizen, A.; Bommarco, R.; Cunningham, A. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey-bee abundance. *Science* 339 (6127): 1608-1611. DOI: 10.1126/science.1230200.
- Geneletti, D.; Salinas, E.; Marchi, A.; Orsi, F. (2010). Designing and comparing zoning scenarios for the Viñales National Park, Cuba. *Geography and eographic Information Systems (GESIG-UNLU, Luján)*, 2(2): pp 164-285.
- Genersch E. (2010). *Honey bee Pathology: las amenazas actuales a las abejas y la apicultura*. *Appl Microbiol Biotechnol*: 87-97. Traducción 10.1007/s00253-010-2573-8, 2010.
- Giménez, D. (2016). GIS-based optimal localisation of beekeeping in rural Kenya Master degree thesis, 30/ credits in Master in Geographical Information Sciences. Department of Physical Geography and Ecosystems Science, Lund University
- González, G. (1996). Reporte preliminar del ácaro *Varroa jacobsoni* Oud, en tres apiarios de la provincia de Matanzas. Informe Técnico. Instituto de Medicina Veterinaria. Santi Espíritus Cuba.

- Graymore, M.; WALLIS, M.; RICHARDS, J. (2010). An Index of regional Sustainability: A GIS-based multiple criteria analysis decision support system for progressing sustainability. *Ecol Complex* 6(4): pp 453-462.
- Hagler, R.; Mueller, R.; Teuber, A.; Machtley, S. Deynze, A. (2011). Foraging range of honey bees, *Apis mellifera*, in alfalfa seed production fields. *J. Insect Sci.* pp 11: 144.
- Hamedianfar, A.; Shafri, H. (2016). An integrated approach using data mining-based decision tree and OBIA for high resolution urban mapping of WorldView-2 satellite sensor data, *J. Appl. Remote Sens.*
- Harvey, F. (2008). A Primer of GIS, Fundamental geographic and cartographic concepts. The Guilford Press, pp 31.
- Henry, M.; Frochen, M.; Maillet-Mezeray, J.; Breyne, E.; Allier, F.; Odoux, J-F.; Decourtye, A. (2012). Spatial autocorrelation in honey bee foraging activity reveals optimal focus scale for predicting agro-environmental scheme efficiency. *Ecological Modelling* 225(0): pp 103-114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel>. (Consultado 11-10-2018).
- Hernández, M.; Marzo, O. (2009). Variabilidad estacional del nivel del mar en el Archipiélago cubano. *Serie Oceanológica* No. 6, 2009. ISSN 2072-800x. Ciudad de La Habana. pp 15.
- Hossam, F. (2015). Suitability of Current and Future Conditions to Apiculture in Egypt using Geographical Information System. *Journal of Agricultural Informatics*. 2015 Vol. 6, No. 2. journal.magisz.org.
- Huang, C.; Kim, S.; Song, K.; Townshend, G.; Davis, S.; Alstatt, A.; Rodas, O.; Yanosky, A.; Clay, R.; Tucker, J.; Musinsky, J. (2009). Assessment of Paraguay's Forest Cover Change Using Landsat Observations. *Global and Planetary Change* 67: pp 1- 12.
- IMV (Instituto de Medicina Veterinaria). (2006). Sistema de salud en la especie apícola. Informe para el Consejo Técnico Asesor del Ministerio de la

- Agricultura de Cuba. Laboratorio de Referencia para las investigaciones y Salud Apícola (LARISA); Grupo Empresarial Agricultura de Montaña (GEAM) y Centro de Investigaciones Apícolas (CIAPI). La Habana, Cuba. pp 1-13.
- InfoStat. (2012). "Manual del usuario". Grupo Infostat, Facultad de Ciencias Agropecuarias-Universidad Nacional de Córdoba, 1^{era} edición, Editorial Brujas, Argentina.
- INTA informa. (2014). Miel: etiquetas electrónicas para garantizar su calidad. Consultado en: <http://goo.gl/27R6fu>. (Consultado 11-10-2018).
- Ireland, G.; Volpi, M.; Petropoulos, G. (2015). Examining the capability of supervised machine learning classifiers in extracting flooded areas from Landsat TM imagery: A case study from a Mediterranean flood, *Remote Sens.* 7(3), 3372-3399.
- Jafari, S., Zaredar, N. (2010). Land suitability analysis using multi attribute decision making approach. *Int. J. Environ. Sci. Develop.* 1, 5.
- Khatami, R.; Mountrakis, G.; Stehman, V. (2016). A meta-analysis of remote sensing research on supervised pixel-based land-cover image classification processes: General guidelines for practitioners and future research, *Remote Sens. Environ.* 177, pp 89-100.
- Kruskal, H.; Wallis, A. (1952). "Use of rankis in one-criterion variance analysis". *Jurnal of the American Statistical Association*, Vol. 47 N° 260, Decemer 1952, 583-621. <http://www.jstor.org/stable/2280779>. (Consultado 11-9-2018).
- Le Conte, Y.; Ellis, M.; Ritter, W. (2010). Varroa Mites and Honey Bee Health: can Varroa Explain Part of the Colony Losses. *Apidologie.*; DOI: 10.1051/Apido/2010017.
- Llanes, J. (2010). Cuba: Sistematización de los centros de gestión para la reducción de riesgos. Caribbean Risk Management Initiative – PNUD Cuba.
- Lugo, R. (2015). Impacto de los huracanes, los incendios forestales y la elevación del nivel del mar sobre la actividad apícola en el municipio Ciénaga de Zapata y

- medidas para mitigarlos. Tesis de Maestría en Medicina Preventiva Veterinaria. UNAH. San José. Cuba.
- Lugo, R. (2016). Efectos de medidas de reordenamiento sobre los indicadores bioproductivos y epidemiológicos de la apicultura trashumante de la Ciénaga de Zapata, Matanza. VI Congreso de Apicultura, Memorias, La Habana. Cuba.
- Maris, N., Mansor, S., Shafri, H. (2008). *Apicultural Site Zonation Using GIS and Multi-Criteria Decision Analysis*. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 31(2), 147 – 162.
- Martínez, F.; Medina, A.; Catzín, A. (2011). Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (*Apis mellifera*) en Mérida, Yucatán, México. Rev Mex Cienc Pecu 2011; 2(1): pp 25-38.
- Masoud, A.; Rahim, E.; Gholamhossein, T. (2011). *Regular dorsal dimples and damaged mites of Varroa destructor in some Iranian honey bees (Apis mellifera L.)*. Exp Appl Acarol 54: pp 261–68.
- Mayack, C.; Naug, D. (2010). Parasitic infection leads to decline in hemolymph sugar levels in honeybee foragers. Journal of Insect Physiology 56(11), 1572-1575.E
- Melin, A.; Rouget, M.; Midgley, J.; Donaldson, S. (2014). Pollination ecosystem services in South African agricultural systems. South African Journal of Science 110(11/12): pp 1-9.
- Menéndez, L.; Guzmán, M. (2011). Huracanes y bosques de mangle en el archipiélago cubano: Caso de estudio en áreas de la región centro occidental. En: Memorias de la VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. CD-ROM. ISBN: 978-959-300-018-5.
- Mokarram, M.; Aminzadeh, F. (2010). GIS-Based Multicriteria Land Suitability Evaluation Using Ordered Weight Averaging With Fuzzy Quantifier: A Case Study In Shavur Plain, Iran. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 38. Part II, pp 508-812.

- Montúfar, R.; Anthelme, F.; Pintaud, C.; Balslev, H. (2011). Disturbance and resilience in tropical american palm populations and communities. *Bot. Rev.* 77: pp 426-461.
- Noor Maris, M.; Mansor, M.; Shafri, Z. (2008). Apicultural site zonation using GIS and Multi-Criteria Decision analysis. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, 31(2): pp 147-162.
- OIE. (Organización Mundial de Sanidad Animal). (2013). Fichas de información general sobre enfermedades animales. Enfermedades de las abejas. Disponible en: www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/Disease_cards/BEES-ES.pdf 6 pp. (Consultado 11-9-2018).
- Otero, M.; Barcia, S. (2018). Manifestaciones de la Sequía Meteorológica. Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara. Instituto de Meteorología, Cuba. Aceptado para publicar.
- Oudemans, C. (1904). On a new genus and species of parasitic acari. *Notes Leyden Mus.* 24: pp 197-204.
- Pengy Y.; Nasr, E. (1985). Detection of honey bee tracheal mites (*Acarapis woodi*) by simple staining techniques. *J. invertebr. Pathol.*, 46, 325–331.
- Pérez, A. (2007). Manual de Apicultura. Edit. Agrinfor. Ministerio de la Agricultura. ISBN: 959-246-130-9. Pp 154. La Habana. Cuba.
- Pérez, A. (2009). Conferencia Magistral "Historia y Perspectivas de la Apicultura en Cuba". Memorias del III Congreso Nacional de Apicultura. La Habana, Cuba. Revista electrónica, *Apiciencia* ISBN: 978-959-7139-86-7.
- Pérez, F. (2017). Periódico Granma. Órgano Oficial del Comité Central del Partido Comunista de Cuba. Martes 12. Septiembre del 2017. Año 59 de la revolución. No. 217. Año 53. Cierre 11:00pm. Edición única. La Habana, Cuba.

- Pérez, R.; Vega, R.; Limia, M. (2005). Climatología de los ciclones tropicales en Cuba (reanálisis). Proyecto 49201226: resultados para cada provincia de la actual División Político-Administrativa.
- Petropoulos, P.; Arvanitis, K.; Sigrimis, N. (2012). Hyperion hyperspectral imagery analysis combined with machine learning classifiers for land use/cover mapping, Expert Syst. Appl. 39(3), pp 3800-3809.
- Pirk, W.; Human, H.; Crew, M.; Engelsdorp, D. (2014). A survey of managed honey bee colony losses in the Republic of South Africa – 2009 to 2011. *Journal of Apicultural Research* 53(1): pp 35-42.
- Potts, S.G.; Biesmeijer, J.C.; Bommarco, R.; Felicioli, A.; Fischer, M. (2011). Developing European conservation and mitigation tools for pollination services: approaches of the STEP (Status and Trends of European Pollinators) project. *Journal of Apicultural Research* 50(2): pp 152-164.
- QGIS Development Team. (2013). QGIS 1.8.0 Geographic Information System User Guide. Open Source Geospatial Foundation Project. Electronic document: <http://docs.qgis.org/1.8/pdf/QGIS-1.8-UserGuide-en.pdf>
- Rader, R.; Reilly, J.; Bartomeus, I.; Winfree, R. (2013). 'Native bees buffer the negative impact of climate warming on honey bee pollination of water melon crops. *Global Change Biology*, 19 (10): 3103-3110. doi: 0.1111/gcb.12264.
- Ramos, E. (2009). Huracanes. Desastres naturales en Cuba. Primera edición. Editorial Academia. ISBN: 978-959-270-161-8. La Habana. Cuba.
- Rashid, M.; Wagchoure, E.; Mohsin, A.; Raja, S.; Sarwar, E. (2012). Control of ectoparasitic Mites in Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies by Using Thymol and Oxalic Acid. *Pakistan J. Zool* 44(4): pp 985-989.
- Rennie, J. (1921). Isle of Wight disease in hive bees – Acarine disease: The organism associated with the disease *Tarsonemus woodi*, n. sp. *Transactions Royal Soc Edinburgh*; 52: pp 768-779.

- Sanabria, L.; Jorge, D.; Pérez, T.; Peñate, I.; Rodríguez, D.; Walberto, L. (2015). Índices de infestación por *Varroa destructor* en colmenas sin medidas de control. Rev. Salud Anim. Vol. 37 No. 2 (Mayo.-ago. 2015): 118-124 ISSN: 2224-4700. Cuba.
- Sani, N.; Kafaky, S.; Pukkala, T. (2012). Integration of GIS, RS and MCDM or Ecological Land Suitability Assessment in Multiple-use Forestry. Archives Des. 65(6): pp 59–70.
- Sekines, S.; Toledo, A.; Caxambu, G.; Chmura, S.; Takashiba, H.; Sereia, J.; Marchini, C.; Moreti, C. (2013). Melliferous flora and pollen characterization of honey samples of *Apis mellifera* L., 1758 in apiaries in the counties of Ubiratã and Nova Aurora, PR. AnAcadBrasCienc 85: pp 307-326.
- Serrano, H. (2007). Estudio de impacto ambiental del incendio de grandes proporciones ocurrido en el área Las minas-San Lázaro-Los Arroyones, en la Ciénaga de Zapata entre el 31 de Marzo al 17 de Mayo del 2007. Informe Técnico. Agencia de Medio Ambiente. La Habana. VI Simposio Internacional Humedales 2007.
- Serrano, S. (2008). GIS design application for “Sierra Morena Honey” designation of origin. Sierra Morena.España.
- Shang, X. (2013). Evaluating the capability of machine-learning algorithms and object-riented classification techniques using hyperspectral remote sensing for the is crimination of Australian native forest species in south-eastern Australia, PhD. Thesis, School of Earth and Environmental Sciences, University of Wollongong.
- Shiffler, K. (2014). Api-Tourism as Added-Value: The Case of La Ruta de la Miel in Chile. Master of Science in Agroecology. Norwegian University of Life Sciences, Faculty of Veterinary Medicine and Biosciences.
- Solano, O.; Vazquez, R.; Lapinel, B.; Citié, V.; Mejias, E.; Fonseca, C.; Figueredo, M. (2007). Sistema nacional para la vigilancia, el pronóstico y el aviso temprano

- de la sequía y el peligro de incendios en la vegetación. En Tecnologías Espaciales, Desastres y Agricultura el Iberoamericana (i). Ed. D.R. Pombert-Delisle y P. Aldunce. CYTED-Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. ISBN 959-16-0488-2.
- Soto, E.; Chiatchoua, C.; Santabárbara-Sabino, M. (2015). Competitive Strategy of Organization and Production Function Beekeeping in Mexico. ECORFAN Journal-Republic of Cameroon. Vol. 1 No. 1 34-56. ISSN-on line: 2414-4959.
- Stephanie, R.; Benno, S. (2013). Standard use of Geographic Information System (GIS) techniques in honey bee research, Journal of Apicultural Research, 52:4, 1-48, DOI: 10.3896/IBRA.1.52.4.08 ISSN: 0021-8839 (Print) 2078-6913. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.08>. (Consultado 11-9-2018).
- Tammer, R.; Hiiesalu, I.; Laanisto, L.; Szava-Kovats, R.; Partel, M. (2010). Environmental heterogeneity, species diversity and co- existence at different spatial scales. J Veg Sci 21: pp 796-801.
- Thrusfield, M. (2007). Veterinary Epidemiology. Third edition. Blackwell Publishing. pp 269-270.
- USDA. (2015). Global agricultural information network. The Turkish and honey sector. GAIN report number: TR5021. File:///C:/User/Lab/Downloads/The_Turkish_Beekeeping_and_Honey_Sector_May_2015.pdf
- Verde, M.; Demedio, J.; T.; Gómez T. (2013). Apicultura. Salud y Producción / Guía técnica para el apicultor. Consejo Científico Veterinario. ISBN: 978-959-7190-21-9. La Habana. Cuba.
- Verde, M.; Gomez, T.; Demedio, J. (2012). Salud Apícola. Tomo I Generalidades. Consejo Científico Veterinario de Cuba. ISBN: 978-959-7190-15-8. pp 23-27. La Habana. Cuba.

- Yohannes, A. (2016). Review on Relations Ship between Climate Change and Agriculture. Journal of Earth Science Climate Change. [https://DOI: 10.4172/2157-7617.1000335](https://DOI:10.4172/2157-7617.1000335). (Consultado 11-9-2018).
- Yu, J.; Chen, Y.; Wu, J.; Khan, S. (2011). Cellular automata-based spatial multi-criteria land suitability simulation for irrigated agriculture. Int. J. Geogr. Inform. Sci. 25 (1), 131–148.
- Zander, E. (1909). Tieriche parasite alskrans kennit serregerbei der biane. Munchener Bienenzeitug 31: pp 196-204.
- Zhang, J.; Su, Y.; Wu, J.; Liang, H. (2015). GIS based land suitability assessment for tobacco production using AHP and fuzzy set in Shandong province of China. Computers and Electronics in Agriculture 114, pp 202–211.
- Zolekar, B.; Bhagat, S. (2015). Multi-criteria land suitability analysis for agriculture in hilly zone: Remote sensing and GIS approach. Computers and Electronics in Agriculture, 118, pp 300–321.

VII. Anexos

Anexo 1. División política administrativa de Villa Clara.



Anexo 2. Registro de Apicultores de Villa Clara.

REGISTRO DE PRODUCTORES Modelo Oficial						Fecha de actualización	
						15 de Febrero de 2018	
Provincia Villa Clara			Municipio : Remedios				
No.	Nombres y apellidos del Propietario	Forma productiva	Número de la Licencia Veterinaria	Nombre del Apiario	Ubicación del apiario por Cuadrante /SIVE	Colmenas Max Autorz	observaciones
1	Ridelio Valdez	CCS José Martí	29-10-01-01	Tres María	067-130-90	25	
	Ridelio Valdez	CCS José Martí	29-10-01-02	Su Casa	068-131-13	30	
2	Ramón Almenarez	CPA Mengana	29-10-02-01	Vela	067-130-30	30	Trashumante
0	Puesto de trashumancia		29-10-00-01	Manglar	067-133-25	45	

Anexo 3.

Calculo de riesgo total de inundación por intensas lluvias, inundación por penetración del mar, fuertes vientos, intensas sequías e incendios rurales.

a. Cálculo del peligro de inundación por intensas lluvias.

Para que existan inundaciones, en primer lugar debe estar presente el factor externo lluvias, en segundo que el modelo digital del terreno exprese la morfología adecuada para la acumulación de grandes volúmenes de agua y en tercero la insuficiente capacidad de las rocas y suelos de retener dicho volumen de agua.

Con estas condiciones se puede formular que la valoración de la Intensidad del Peligro de Inundación (PI) combina los factores de susceptibilidad del escenario de peligro y el factor de disparo, que son las intensas lluvias y queda expresado por la siguiente expresión:

$$PI = f (FS, FII)$$

Donde

PI- Intensidad del Peligro de Inundación por intensas lluvias.

FS - factor de susceptibilidad (zonas susceptibles)

FII- factor de disparo, dado por el nivel de lluvias máximas diarias en 24 horas.

Cálculo de la vulnerabilidad total

La vulnerabilidad total a las inundaciones por consejos populares, se expresa de acuerdo por la fórmula:

$$V_{in} = V_f + V_s + V_c + V_e$$

Dónde:

V_{in} Vulnerabilidad total a la inundación por intensas lluvias.

V_f Vulnerabilidad física

V_s Vulnerabilidad social

V_c Vulnerabilidad ecológica

V_e Vulnerabilidad económica.

El **RiesgoTotal** se evalúa a partir de la combolución del **peligro (P)** de que ocurra un evento potencialmente dañino por la **vulnerabilidad (V)** y por el costo de los bienes expuestos.

$$R = C \sum_{i=1}^n V_i * P_i$$

Dónde:

C: Valor de los bienes expuestos, expresado en pesos.

V_i: Vulnerabilidad de los bienes expuestos ante un peligro de intensidad

P_i: La probabilidad de que el próximo fenómeno tenga intensidad

n: Cantidad de intervalos de intensidades analizadas.

En el caso de no estar disponible el costo de los diferentes bienes expuestos, se puede calcular el **Riesgo específico**, multiplicando el peligro por la vulnerabilidad

$$R = \sum_{i=1}^n V_i * P_i$$

b. Cálculo del peligro de inundación por penetraciones del mar

Los datos de surgencia y oleaje se calcularán en el Instituto de Meteorología, la identificación de los escenarios de peligro y la cartografía del peligro lo realizará el Grupo Servicios Ambientales y Evaluación de Riesgo de la Agencia de Medio Ambiente.

Evaluación de la vulnerabilidad.

Para las inundaciones costeras se debe hacer el análisis desde dos puntos de vistas: considerando el efecto directo del oleaje sobre los elementos expuestos y considerando la inundación pasiva, en este se analiza por separado cuando el agua de mar pasa con velocidad y cuando la inundación permanece en el terreno.

$$V = V_e + V_{ne} + V_F + V_s + V_{ec} + V_{ecn}$$

Dónde:

V_e : Vulnerabilidad estructural

V_{ne} : Vulnerabilidad no estructural

V_F : Vulnerabilidad funcional

V_s : Vulnerabilidad social

V_{ec} : Vulnerabilidad ecológica

V_{ecn} : Vulnerabilidad económica

c. Calculo de riesgo por inundación por penetración del mar:

El Riesgo Total se evalúa como el producto del peligro (P) de que ocurra un evento potencialmente dañino por la vulnerabilidad (V) y por el costo de los bienes expuestos.

$$R = C \sum_{i=1}^n V_i * P_i$$

Dónde:

C: Valor de los bienes expuestos, expresado en pesos.

V_i : Vulnerabilidad de los bienes expuestos ante un peligro de intensidad

P_i : Peligro de intensidad en el caso de no estar disponible el costo de los diferentes bienes expuestos, se puede calcular simplemente el Riesgo específico, multiplicando solamente el peligro por la vulnerabilidad

$$R = \sum_{i=1}^n V_i * P_i$$

d. Calculo de riesgo de afectaciones por fuertes vientos:

El estudio se realizará solo para vientos a partir de tormenta tropical (63 km/h)

$$R = C \sum_{i=1}^n V_{i_i} \cdot P_i = R_T$$

Dónde:

R: Riesgo total ante un peligro dado.

C: Valor de los bienes expuestos, expresado en recursos financieros (CUC, CUP)

V_i : Vulnerabilidad de los bienes expuestos ante un peligro de una intensidad P_i :

Probabilidad de que el próximo fenómeno tenga intensidad

n: Cantidad de intervalos de intensidades analizadas.

Si no se dispone de los costos entonces se obtendrá el Riesgo Específico (R_e) ante un peligro dado, que se obtendrá por la siguiente expresión con todos los parámetros con igual significado que anteriormente:

$$R_e = \sum_{i=1}^n V_{i_i} \cdot P_i$$

Siendo esta última la expresión utilizada en esta investigación.

e. Cálculo del riesgo en áreas de sequías:

El cálculo del riesgo tiene dos partes, una estimación del riesgo y una representación cartográfica.

Por ser la sequía un peligro que no permite comparación con el resto de los peligros contemplados en los estudios de PVR, no procede el cálculo de la vulnerabilidad estructural que a los efectos del peligro que nos ocupa, es muy poco visible y está poco comprobado el daño que puede hacer a las edificaciones. Por tanto, en la vulnerabilidad a este evento concurren solamente cinco de estas dimensiones y su evaluación se hace a través de la siguiente combinación lineal ponderada:

$$Vul_{total} = p1 * Vul_{soc} + p2 * Vul_{noestru} + p3 * Vul_{func} + p4 * Vul_{con} + p5 * Vul_{ecol}$$

El riesgo por sequía está en función del peligro y de la vulnerabilidad. Ambas dimensiones acotadas en una escala ordinal entre 1 y 3. Y la expresión para el cálculo del riesgo específico (al prescindir del costo de los elementos en riesgo) es:

$$Riesgo = Peligro * Vulnerabilidad$$

El riesgo se debe calcular para la situación de peligro por sequía en el período lluvioso (ll) y para el período poco lluvioso (pll), por tanto las fórmulas se derivan de la siguiente forma:

$$Riesgo_{ll} = Peligro_{ll} * Vulnerabilidad$$

$$Riesgo_{pll} = Peligro_{pll} * Vulnerabilidad$$

f. Cálculo del riesgo en áreas de incendios rurales:

Riesgo = (Peligro x Vulnerabilidad total)

Donde, los componentes del riesgo están dados por las evaluaciones del peligro integrado (susceptibilidad y la ocurrencia de incendios) y la vulnerabilidad total respectivamente para el ámbito municipal.

De modo que cada municipio deberá tener una categoría de peligro de incendio para el período lluvioso y otro para el no lluvioso y por tanto dos evaluaciones de riesgos, uno para cada período.

Las fórmulas para la evaluación de los dos tipos de riesgo son:

Riesgo período lluvioso = Peligro período lluvioso x Vulnerabilidad

Riesgo período poco lluvioso = Peligro poco lluvioso x Vulnerabilidad.

Anexo 4.

Serie histórica de la producción de miel de abeja de los últimos 39 años.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1979	35.6	32.9	22.5	54.2	24.3	36.2	49.1	16.7	11.9	105.6	138.0	80.8	607.8
1980	16.7	41.2	95.5	72.1	47.2	45.1	57.7	31.5	64.5	184.7	161.8	120.6	938.6
1981	9.6	38.0	87.5	34.4	52.4	96.6	80.1	32.7	42.1	125.5	197.2	156.5	952.6
1982	32.1	117.3	81.3	59.8	61.5	63.3	50.4	33.5	84.3	166.5	151.2	120.9	1022.1
1983	54.8	44.3	20.0	60.5	92.4	135.4	78.4	59.4	65.8	204.1	166.0	153.1	1134.2
1984	34.2	72.6	64.3	49.1	42.8	47.5	38.6	14.2	48.5	162.2	161.4	36.8	772.2
1985	32.5	83.8	88.1	65.5	52.2	122.3	44.4	11.1	4.6	140.0	188.9	47.7	881.1
1986	20.9	38.6	26.7	21.1	27.1	6.8	27.3	33.5	8.8	52.5	34.8	30.8	328.9
1987	50.6	120.0	72.0	64.4	51.9	72.8	60.0	47.3	19.9	63.5	49.9	103.2	775.5
1988	61.3	77.2	36.0	65.5	35.5	21.7	31.6	28.3	1.0	88.2	229.2	177.4	852.9
1989	32.2	166.9	38.7	15.7	28.6	53.4	41.7	37.9	10.9	74.7	137.2	82.1	719.9
1990	3.2	161.2	57.2	32.9	24.3	38.4	42.2	20.9	22.5	109.4	105.2	86.8	704.2
1991	94.5	100.7	35.1	44.5	29.6	30.6	40.7	27.2	15.8	69.4	136.0	154.7	778.9
1992	42.1	76.1	38.1	22.4	16.3	20.2	46.3	36.7	20.5	84.2	151.6	128.2	682.7
1993	84.7	62.9	43.6	27.9	20.0	20.1	28.8	19.9	7.3	51.6	59.9	59.3	486.0
1994	84.7	17.0	25.9	18.0	20.2	11.5	20.2	3.5	10.0	83.2	104.5	140.2	538.9
1995	12.9	15.4	55.9	27.9	7.6	36.8	23.5	8.4	1.1	33.0	109.5	207.9	539.9
1996	33.0	34.1	43.9	11.9	12.5	12.4	19.3	14.7	10.6	41.2	30.6	85.1	349.3
1997	36.0	42.1	23.3	5.6	5.5	15.2	26.3	3.6	3.4	55.8	77.8	68.8	363.4
1998	30.4	35.8	58.4	32.9	27.5	33.2	50.1	29.0	17.5	54.1	77.3	163.3	609.5
1999	58.0	73.3	62.3	50.2	55.7	45.0	39.5	16.7	4.7	45.4	54.1	146.7	651.6
2000	55.6	77.2	63.5	28.7	52.6	40.1	40.6	33.7	33.7	98.3	119.9	68.0	711.9
2001	18.1	23.2	62.7	46.2	20.6	50.6	50.8	19.1	26.5	115.9	32.7	38.0	504.4
2002	25.5	45.5	36.3	30.6	12.7	12.5	26.2	12.6	0.0	42.3	155.1	126.7	526.0
2003	41.4	29.9	66.4	37.1	34.6	32.7	29.8	16.6	10.1	123.6	143.6	143.6	709.4
2004	64.8	87.6	67.7	36.2	29.0	22.3	25.4	21.5	8.4	70.6	110.9	80.2	624.6
2005	38.4	54.4	29.4	33.1	27.2	4.8	3.2	0.0	0.0	3.4	60.9	108.2	363.0
2006	141.5	95.0	65.7	30.5	38.8	42.3	70.2	21.2	11.2	133.8	135.0	97.0	882.2
2007	126.9	72.0	64.4	39.1	31.2	28.9	40.3	25.2	10.2	53.4	150.6	181.0	823.2
2008	132.7	78.5	57.8	39.3	34.4	43.7	46.1	18.7	14.8	15.2	59.3	38.0	578.5
2009	98.7	48.0	39.1	20.5	12.5	14.9	30.1	18.3	5.0	83.5	111.3	64.6	546.5
2010	36.9	14.5	36.7	12.6	31.9	27.9	37.0	14.8	11.4	86.0	97.8	81.1	488.6
2011	60.7	66.7	36.3	10.6	39.2	38.8	45.7	16.4	5.6	35.3	101.0	155.3	611.6
2012	72.5	58.2	87.3	31.5	25.8	43.5	33.3	15.4	7.2	63.5	183.1	178.8	800.1
2013	59.1	73.4	21.6	15.3	29.5	59.4	29.0	15.0	4.7	150.9	137.2	172.1	767.1

2014	59.1	37.0	70.2	44.3	38.1	26.8	55.3	41.8	26.6	112.6	176.0	133.1	820.9
2015	79.6	62.2	61.2	24.8	27.9	40.4	38.2	15.5	7.4	104.7	136.1	59.7	657.7
2016	15.9	8.7	53.4	55.6	47.6	78.1	131.4	44.3	35.9	159.5	208.0	143.9	982.2
2017	50.7	49.5	32.7	14.0	39.8	58.1	44.3	21.2	3.5	0.3	11.8	30.6	356.5
SUMA	1773.6	2202.1	1789.5	1232.5	1125.7	1367.5	1374.8	760.2	619.8	2919.6	3983.4	3711.4	22860.1
MEDIA (t)	45.5	56.5	45.9	31.6	28.9	35.1	35.3	19.5	15.9	74.9	102.1	95.2	586.2
%	7.8	9.6	7.8	5.4	4.9	6.0	6.0	3.3	2.7	12.8	17.4	16.2	100

Anexo 5.

Modelo utilizado para el diagnóstico de las afectaciones del Huracán Irma y la tormenta Sub-Tropical Alberto.

Modelo para el Diagnóstico de las Afectaciones del Evento Meteorológico

Provincia: Villa Clara

Municipio: Santa Clara

No parte: 4

Productor	Visitados			Afectaciones de Colmenas									Recuperación	
	Apiario	Municipio	Colm	Muertas				Dañadas					Colmenas	
				Ahog	Caida de árboles	Vient	Total	Caida de árboles	Viradas	Mojadas	Enjambradas	Total	Total	Parciales
Alcides Garcías	Punta brava	Caibarien	40			1	1		6			6	7	
Ivan García	Pesquero	Caibarien	40		5		5	10	10	15		35	40	
Ivan García	Conuco	Caibarien	35		5	1	6	6				6	12	
Ivan García	Las positas	Caibarien	35		5		5		15	15		30	35	
Claudio A. García	Sierresuela	Caibarien	45	35	5		40					0	40	
TOTAL	5	1	195	35	20	2	57	16	31	30	0	77	134	0

Anexo 6.

Análisis de la productividad de miel de abejas en el último trimestre (época de cosecha) del período del 2013-2017 por municipio.

Municipios	N	Medias	D.E.	Medianas	Rangos
Corralillo	3	9	3.35	10.74	598.5 ^c
Corralillo	3	7.45	4.3	9.32	529.83 ^{abc}
Corralillo	3	4.45	2.44	4.77	426.5 ^{abc}
Corralillo	3	8	2.25	8.45	588.33 ^{bc}
Corralillo	2	2.61	0.44	2.61	324.5 ^{abc}
Quemado	3	6.62	1.4	7.28	548.83 ^{bc}

Quemado	3	6.54	3.52	7.5	511.33 ^{abc}
Quemado	3	5.96	2.76	6.63	504.67 ^{abc}
Quemado	3	7.89	2.35	8.89	583.67 ^{bc}
Quemado	1	2.55	0	2.55	324 ^{abc}
Sagua	3	7.11	5.59	10.07	461 ^{abc}
Sagua	3	6.84	7.33	4.14	438.67 ^{abc}
Sagua	3	6.04	6.26	3.26	431 ^{abc}
Sagua	3	5.62	5.01	2.99	445.5 ^{abc}
Sagua	2	0.36	0.18	0.36	55 ^{ab}
Camajuaní	3	10.27	1.29	10.98	637.33 ^c
Camajuaní	3	9.54	1.44	9.12	625.67 ^c
Camajuaní	3	6.21	5.26	6.38	442.67 ^{abc}
Camajuaní	3	10.61	6.76	6.98	599.33 ^c
Caibarién	3	6.11	1.62	5.52	530.5 ^{abc}
Caibarién	3	3.64	2.58	3.08	372.33 ^{abc}
Caibarién	3	2.65	1.49	3.47	322.5 ^{abc}
Caibarién	3	5.62	2.91	6.55	481 ^{abc}
Remedio	3	9.29	0.94	9.38	623.33 ^c
Remedio	3	7.42	1.83	8.41	577.33 ^{bc}
Remedio	3	6.37	3.3	6.72	512 ^{abc}
Remedio	3	10.29	4.45	11.55	615 ^c
Remedio	2	0.22	0.18	0.22	33.25 ^a
Placetas	3	15.03	4.1	13.78	675.33 ^c
Placetas	3	11.55	3.76	9.81	646 ^c
Placetas	3	6.07	3.68	5.8	493.17 ^{abc}
Placetas	3	15.18	3.69	14.09	677.33 ^c
Placetas	1	0.89	0	0.89	131.5 ^{abc}
Santa Clara	3	6.96	5.7	4.53	497.33 ^{abc}
Santa Clara	3	7.4	0.33	7.52	575.33 ^{bc}
Santa Clara	3	5.37	1.73	4.67	499.33 ^{abc}
Santa Clara	3	7.87	2.13	8.51	585.5 ^{bc}
Santa Clara	2	0.52	0.64	0.52	74.25 ^{bc}

Cifuentes	3	9.66	6.07	8.3	583.83 ^{bc}
Cifuentes	3	9.1	2.09	8.78	611.67 ^c
Cifuentes	3	5.35	3.54	4.72	456.17 ^{abc}
Cifuentes	3	14.92	6.34	16.86	658 ^c
Cifuentes	1	0.93	0	0.93	138.5 ^{abc}
Santo Domingo	3	9.75	2.34	10.33	622.83 ^c
Santo Domingo	3	9.3	5.46	11.45	569.17 ^{bc}
Santo Domingo	3	8.5	3.09	7.42	589.67 ^{bc}
Santo Domingo	3	11.39	3.66	13.36	636.33 ^c
Santo Domingo	2	5.75	2.52	5.75	512.25 ^{abc}
Ranchuelo	3	9.54	4.44	7.76	602.17 ^c
Ranchuelo	3	8.22	4.58	10.36	552.33 ^{bc}
Ranchuelo	3	7.03	1.59	7.88	563.67 ^{bc}
Ranchuelo	3	10.51	4.11	8.17	627.83 ^c
Ranchuelo	2	3.58	3.22	3.58	356.5 ^{abc}
Manicaragua	3	11.38	3.64	9.7	644.5 ^c
Manicaragua	3	11.36	2.78	10.03	648 ^c
Manicaragua	3	6.35	4.25	8.02	479.5 ^{abc}
Manicaragua	3	9.95	3.61	11.95	615.83 ^c
Manicaragua	2	0.24	0.23	0.24	34.75 ^a
Encrucijada	3	7.14	7.18	3.88	465 ^{abc}
Encrucijada	3	4.42	1.64	3.91	452.5 ^{abc}
Encrucijada	3	2.43	1.87	1.8	284 ^{abc}
Encrucijada	3	4.38	1.88	5.04	435.83 ^{abc}
Encrucijada	1	0.58	0	0.58	89 ^{ab}

gl=254; H=525.53; p=0,0001. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$) Conover (1999).

Anexo 7.

Análisis de riesgo para Acariosis

Tablas de contingencia: Tablas 2x2 simples

Tipo de estudio : Transversal

Nivel de confianza: 95.0%

Tabla

	Enfermos	Sanos	Total
-----	-----	-----	-----
Expuestos	408	3000	3408
No expuestos	135	2526	2661
-----	-----	-----	-----
Total	543	5526	6069

Prevalencia de la enfermedad	Estimación	IC (95.0%)	
-----	-----	-----	-----
En expuestos	0.119718	-	-
En no expuestos	0.050733	-	-
Razón de prevalencias	2.359781	1.955579	2.847528
(Katz)			
-----	-----	-----	-----

Prevalencia de exposición	Estimación	IC(95.0%)	
-----	-----	-----	-----
En enfermos	0.751381	-	-
En no enfermos	0.542888	-	-
Razón de prevalencias	1.384044	1.311165	1.460975
(Katz)			
-----	-----	-----	-----

OR

IC(95.0%)

-----	-----	-----	
2.544711	2.079951	3.113320	(Woolf)
	2.080545	3.112406	(Cornfield)

Prueba Ji-cuadrado de asociación	Estadístico	Valor p
-----	-----	
Sin corrección	87.2904	0.0000
Corrección de Yates	86.4457	0.0000

Anexo 8.

Análisis de riesgo para la Nosemosis.

Tablas de contingencia: Tablas 2x2 simples

Tipo de estudio : Transversal

Nivel de confianza: 95.0%

Tabla

	Enfermos	Sanos	Total
-----	-----	-----	-----
Expuestos	1368	3702	5070
No expuestos	888	2805	3693
-----	-----	-----	-----
Total	2256	6507	8763

Prevalencia de la enfermedad	Estimación	IC (95.0%)
-----	-----	-----
En expuestos	0.269822	- -
En no expuestos	0.240455	- -
Razón de prevalencias	1.122133	1.043085 1.207172
	(Katz)	

Prevalencia de exposición	Estimación	IC(95.0%)	
En enfermos	0.606383	-	-
En no enfermos	0.568926	-	-
Razón de prevalencias (Katz)	1.065838	1.024658	1.108674
OR	IC (95.0%)		
1.167265	1.058639	1.287037	(Woolf)
	1.058658	1.287014	(Cornfield)
Prueba Ji-cuadrado de asociación	Estadístico		Valor p
Sin corrección	9.6395	0.0019	
Corrección de Yates	9.4865	0.0021	