



Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del
Ambiente

**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

Trabajo de Graduación

Determinación de las áreas con mayor potencial melífero para la apicultura en el municipio de Santa Lucía, departamento de Boaco, 2019.

Autor:

Br. Joel Francisco Ruiz García

Asesores:

Ing. MP. Álvaro Emilio Martínez Gadea

Ing. Alex Martín Castellón Meyrat

Managua, Nicaragua

Julio, 2020

El presente trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Medio Ambiente, como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

Miembros del tribunal examinador

Presidente

Secretario

Vocal

Managua, Nicaragua Julio, 2020

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	V
ABSTRACT	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1. Descripción del área de estudio	4
3.1.1. Localización.....	4
3.2. Metodología.....	7
3.2.1. Flora apícola en las comunidades de Santa Lucía	8
3.2.3. Relación pecoreo y disponibilidad de alimentos	11
3.2.4. Distancia a viviendas y perímetros urbanos	13
3.2.5. Distancia a vías de acceso	14
3.2.6. Zonificación del potencial apícola.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17

4.1.	Potencial apícola en base a parámetros de riqueza y abundancia de especies melíferas y períodos de floración.....	17
4.2.	Potencial apícola por condiciones climáticas.....	21
4.3.	Potencial apícola por coberturas y usos de la tierra	24
4.4.	Relación pecoreo y disponibilidad de alimentos.....	26
4.5.	Restricciones para el desarrollo de la apicultura	28
4.6.	Zonas con potencial apícola en las comunidades del municipio Santa Lucía.....	30
V.	CONCLUSIONES.....	33
VI.	RECOMENDACIONES	34
VII.	LITERATURA CITADA.....	35
VIII.	ANEXOS	37

DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación es dedicado primeramente a Dios Padre que es quien brinda la sabiduría y perseverancia para poder cumplir con esta meta que me he propuesto y con ayuda de Él lograr ser un profesional para honra y orgullo de mi familia, superando los obstáculos que se me han atravesado en el camino, culminando mi carrera de Ing. en Recursos Naturales Renovables.

Para mi padre Francisco Javier Ruiz Taleno y mi madre Zulema del Carmen García quienes han sido mi motivación para salir adelante, ya que ellos a pesar de tantos obstáculos nunca me dieron la espalda y siempre me han apoyado, para lograr concluir con mis estudios, enseñándome hacer un hombre de bien dándome sus consejos y sus valores para salir adelante en esta vida.

A mi familia que Dios los llene de bendiciones y les de fortaleza para seguir adelante ya que ellos estarán orgullosos de este triunfo, por el apoyo emocional y económicamente que brindaron para poder culminar esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por habernos dado la sabiduría, el entendimiento y la armonía necesaria para poder cumplir nuestros sueños y metas de lograr ser un Ing. en Recursos Naturales Renovables.

A los asesores Ing. Alex Castellón Meyrat e Ing. Álvaro Martínez Gadea, que Dios les bendiga e ilumine por sus conocimientos, les permita cosechar abundantes frutos de su buen trabajo, por ser las personas que me enseñaron no solo conocimientos científicos, sino disciplina, responsabilidad, eficiencia, perseverancia, ética y profesionalismo.

Gracias por sus apoyo y compañerismo, en el desarrollo simultaneo de esta investigación, que siempre coseche el fruto de su trabajo. Un honor para mí haber tenido la oportunidad de su guía durante la carrera y en el ejercicio profesional supervisado.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA) por brindarme la oportunidad de convertirme en un profesional bajo esta alma mater.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Parametros de riqueza, abundancia y floración de sp melíferas	8
Cuadro 2. Requerimientos climáticos de las abejas africanizadas	10
Cuadro 3. Condiciones climáticas en Santa Lucia	10
Cuadro 4. Distancias de pecoreo	12
Cuadro 5. Potencial por usos del suelo.....	12
Cuadro 6. Potencial considerando las restricciones.....	14
Cuadro 7. Potencial por comunidad en base a la abundancia, riqueza y floración	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del municipio de Santa Lucia.	4
Figura 2. Proceso esquemático para determinar áreas con potencial apícola.....	7
Figura 3. Parámetros que condicionan el potencial apícola por comunidades.....	9
Figura 4. Levantamiento de información primaria en campo	9
Figura 5. Zonificación de la aptitud climática.....	11
Figura 6. Desplazamiento de la abeja.....	13
Figura 7. Potencial por cobertura y usos de la tierra	13
Figura 8. Zonificación por restricciones de poblados y red viales	14
Figura 9. Flujo de trabajo para zonificación de áreas con potencial apícola.....	15
Figura 10. Especies encontradas por comunidad y periodo de floración	19
Figura 11. Especies encontradas por comunidad y periodo de floración	20
Figura 12. Mapeo de variables climáticas. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: a) ... b) ... c) ... y d)	22
Figura 13. Potencial apícola en base a condiciones climáticas	23
Figura 14. Potencial apícola en base a cobertura y uso de la tierra.....	25
Figura 15. Potencial apícola en base al pecoreo	27
Figura 16. Zonas con restricciones severas para el desarrollo apícola.....	29
Figura 17. Determinación de áreas con potencial apícola.....	32

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Comunidades del Municipio de Santa Lucia.....	37
ANEXO 2. Formato para el levantamiento de flora mellifera	39
ANEXO 3. Formato para realizar entrevistas a los apicultores.....	40
ANEXO 4. Requerimientos de hábitat de la abeja Apis melífera	40
ANEXO 5. Especies y período de floración de las especies encontradas	42
ANEXO 6. Especies encontradas y técnica de registro.....	47
ANEXO 7. Período de floración de las especies de flora registradas.	52
ANEXO 8. Abundancia de individuos por especie de flora registrada	55

RESUMEN

La apicultura es una actividad económica de gran importancia en el sector rural del país y se ha convertido en una de las principales actividades en algunas comunidades de Santa Lucía, Boaco. Sin embargo, los apicultores no tienen suficiente información para la toma de decisiones para planificar la instalación de nuevas colmenas y los procesos de trashumancia. El objetivo principal de la presente investigación fue zonificar las áreas con mayor potencial para la apicultura en 14 comunidades del municipio de Santa Lucía. Para alcanzar este objetivo se ejecutaron diferentes actividades: primero se evaluaron las condiciones ambientales considerando la elevación y el promedio anual de precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento. Luego, en base a experiencias locales, se consideraron aspectos sociales como la proximidad a carreteras y casas. Posteriormente, se realizó una caracterización de la flora utilizando transeptos georreferenciados y entrevistas con pobladores locales, con el fin de conocer el potencial melífero y la disponibilidad de alimentos durante todo el año. Finalmente, la distancia de vuelo de las abejas para buscar alimentos ayudó a definir las mejores áreas para la apicultura. Los principales resultados del estudio muestran que todo el municipio presenta condiciones ambientales para la apicultura. Sin embargo, las comunidades con mayor potencial son Santo Domingo, La Concepción y El Orégano, todas ellas ubicadas en el Sur y Suroeste del municipio. En contraste, el resto de las comunidades presentan un potencial menor debido a un clima templado en zonas de más de 1,000 metros sobre el nivel del mar y una humedad relativa alta, cercanía a las poblaciones y / o ausencia de vías de penetración.

Palabras claves

Apicultura, abeja africanizada, potencial melífero, trashumancia, floración

ABSTRACT

Beekeeping is an economic activity of great importance for farmers in the country and it has become one of the main activities in some communities of Santa Lucía, Boaco. However, the farmers do not have enough information for making decision to plan transhumance processes. The main objective of the present investigation was to zonify the areas with the greatest potential for beekeeping in 16 communities of Santa Lucia municipality. To reach this goal many actions were taken. First there was evaluated the environmental conditions considering elevation and annual average of precipitation, temperature, moisture and wind speed. Next, based on local experiences, there was considered social aspects such as proximity to roads and houses. Then, a flora characterization was carried out using georeferenced transept routes and interviews with local people, to know the melliferous potential and food availability through all the year. Finally, the bee fly distance for searching food helped to define the best areas for beekeeping. The main results of the study show that all the municipality present environmental conditions for beekeeping. However, the communities with greatest potential are Santo Domingo, La Concepción and El Orégano, all of them located at South and Southwest of the municipality. In contrast, the rest of communities present a lower potential due temperate climate in zones above 1,000 meters above sea level and high relative moisture, close proximity to populations and/or no presence of roads.

Keywords

Beekeeping, africanized bee, melliferous potential, transhumance, flowering

I. INTRODUCCIÓN

La apicultura representa muchos beneficios para la humanidad. Las abejas (*Apis mellifera*.) son agentes polinizadores de las Magnoliophyta o plantas con flores. Se calcula que son responsables de la polinización de aproximadamente el 30% de las especies de cultivo destinadas a la alimentación humana y otras plantas en estado silvestres. Por lo tanto, estos insectos juegan un rol determinante en la seguridad alimentaria y nutricional de las poblaciones y la preservación del medio ambiente (Gómez y Rubio, 2016).

Los productos derivados de la apicultura son fuente de alimentos, medicamentos naturales para el ser humano y además presentan un alto valor en el mercado. La venta de miel, cera, polen, propóleos, jalea real; así como abejas reinas, paquetes de abejas y elementos de colmenas representan para los apicultores un negocio con ingresos estables y ascendentes (González et al., 2003).

En Centroamérica las exportaciones totales vinculadas al sector apícola se acercan a las 3 mil toneladas con un valor total de 4.3 mil dólares. Nicaragua aporta el 16% de dicha producción mediante la exportación de miel fresca (SEC-SIECA, 2011b). Sin embargo, la apicultura se ve limitada porque la desempeñan principalmente pequeños productores asociados en cooperativas que carecen de suficiente financiamiento, capacitación especializada y el apoyo de políticas sectoriales enfocadas al desarrollo integral de la actividad IICA (Paizano y Vidaurre, 2019)

De acuerdo con el inventario realizado por Paizano & Vidaurre el departamento de Boaco cuenta con un aproximado de 3,000 colmenas, distribuidas en los municipios de Boaco (720), San Lorenzo (136), Camoapa (630), Santa Lucía (200), San José de los Remates (714) y Teustepe (600).

En este departamento, típicamente conocido por su vocación ganadera, las familias comenzaron a adoptar la apicultura como una alternativa agroecológica para la diversificación agropecuaria y la adaptación al cambio climático (Paizano y Vidaurre, 2019).

La apicultura, al igual que otras actividades del sector primario, se ve influenciada por aspectos biofísicos como la variabilidad climática, disminución en la riqueza y abundancia de la flora, épocas de floración en las plantas, distancia de pecoreo de la abeja e incluso desaparición

algunas especies de abejas nativas; además de condiciones sociales como la cercanía a poblados y vías de acceso.

Estas condiciones varían en cada región del país, por lo cual, si se desea establecer una producción rentable, los productores requieren comprender primero su entorno para planificar estrategias de crecimiento sostenible en la actividad.

En base a esta necesidad, el presente trabajo contribuye con la identificación las zonas más idóneas para el desarrollo de la apicultura en el municipio de Santa Lucía (Boaco), a partir de un análisis espacial de las relaciones existentes entre condiciones biofísicas y sociales.

La zonificación de áreas potenciales se elaboró combinando métodos de levantamiento de información en campo, el conocimiento local de los productores y técnicas de superposición de mapas bajo un ambiente de sistemas de información geográfica.

II. OBJETIVOS

2.1 General

- Determinar las áreas con mayor potencial melífero para la apicultura en el municipio de Santa Lucia, departamento de Boaco, 2019.

2.2 Específicos

- Identificar las especies de árboles y arbustos con potencial melífero tomando en cuenta su período de floración.
- Determinar las áreas ambientalmente óptimas para el desarrollo de la apicultura basado en criterios de relieve, clima y conocimiento local.
- Definir con criterios espaciales las restricciones para el establecimiento de la actividad apícola y la trashumancia.
- Confrontar las condiciones favorables y restrictivas para la delimitación de las áreas con mayor potencial apícola.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1. Localización

El municipio de Santa Lucía se localiza en el departamento de Boaco con coordenada céntrica 12° 32' 54" latitud Norte y 85° 42' 38" longitud Oeste. Limita al Norte con el municipio San José de los Remates, al Sur con Teustepe, al Este con Boaco y al Oeste con Teustepe (ver Fig. 1)

El municipio abarca una extensión territorial de 120.78 km². Cuenta con una población total de 8,254, de los cuales 2,046 (24.79%) se concentran áreas urbanas y 6,208 (75.21%) en áreas ciudadanos rurales. (Morales, 2013).

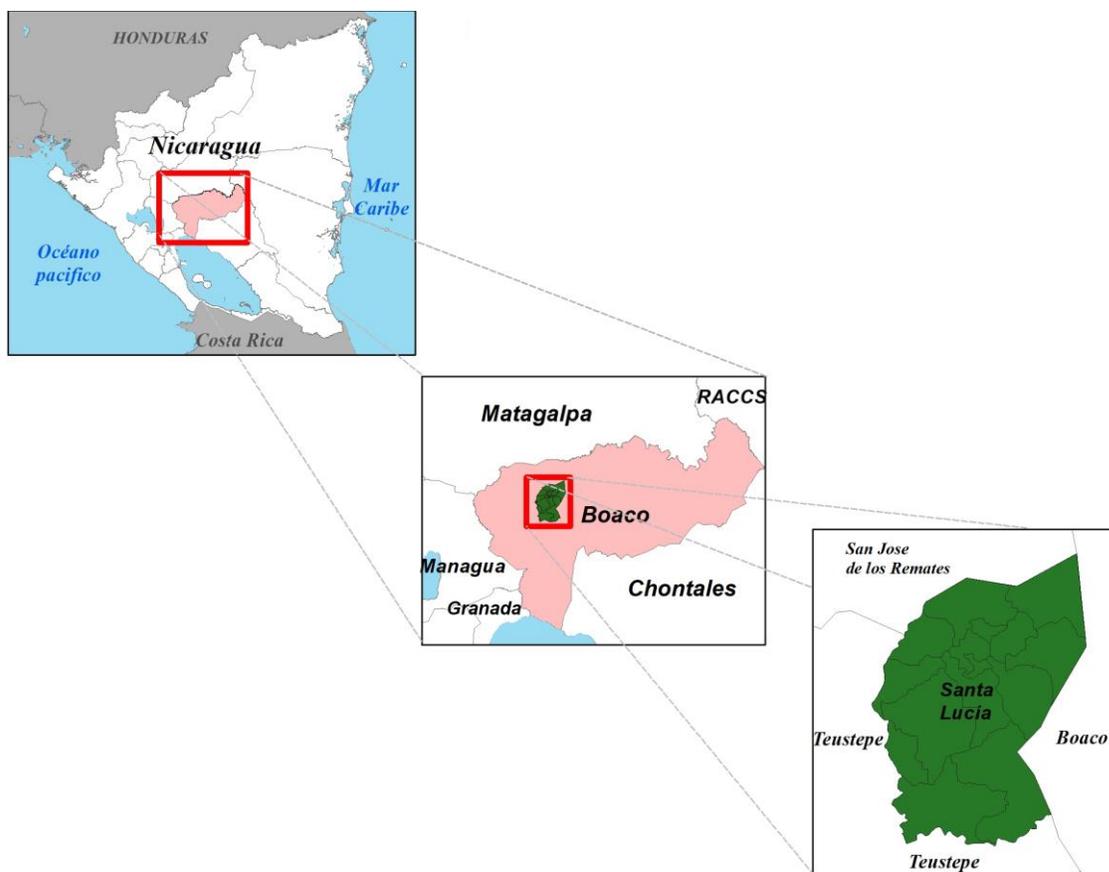


Figura 1. Localización del municipio de Santa Lucía.

De acuerdo con las condiciones climáticas, Santa Lucía subdivide en tres categorías: a) tropical, en las partes bajas del paisaje, b) semi húmedo y c) húmedo, en las estribaciones de sus serranías (Léster O, 2003).

La precipitación promedio anual oscila entre 1,300 a 1,900 mm, distribuidas en un período lluvioso 6 meses el cual inicia a finales de mayo y termina a inicios de noviembre. Esta época es seguida de un período seco que va de noviembre a abril. Es importante destacar que las precipitaciones máximas y mínimas se registran al Noreste y Suroeste del municipio respectivamente (Fick y Hijmans, 2017).

En cuanto a la temperatura, los promedios anuales varían entre 21 y 26° C. Las temperaturas mínimas se registran en las partes más altas del municipio ubicadas al extremo Noreste. Los valores mínimos se asocian a las partes bajas localizadas al Suroeste (Fick, y Hijmans, 2017).

Según información geológica, el municipio se asienta sobre formaciones del Terciario, correspondientes al periodo Mioceno medio superior. Esta era(subera) se caracteriza por el levantamiento de cordilleras (como Amerrisque), grandes explosiones volcánicas y la formación de calderas (como Santa Lucía), lo que justifica la topografía accidentada del territorio (Juárez y Barrera, 2007).

Esta región es compleja, estructuralmente está atravesada por un paleoarco volcánico, alineado sobre estructuras circulares de origen volcánico, relictos del desplazamiento de la actividad magmática de Nicaragua con dirección Oeste – Este. A su vez, está cortada por estructuras lineales de rumbo NE-SO Y NO-SE, que representan los dos sistemas de fallas de mayor tendencia en Nicaragua (COSUDE, 2001).

Los suelos de Santa Lucía son de origen volcánico, en zonas montañosas se desarrollaron a partir de rocas como basalto y andesitas, mientras en las planicies se han derivado de sedimentos aluviales.

La profundidad de los suelos varía desde muy superficiales (menores de 25 cm) a profundos (más 100 cm) predominado en el municipio de Santa Lucía los moderadamente profundos (60 a 90 cm). Estas variaciones se ven influenciadas fuertemente por efectos combinados de

topografía, relieve y usos de la tierra. Se caracterizan por ser suelos bien drenados, con fertilidad generalmente alta y de textura franco arcillosa. (Juarez Rivera & Barrera , 2007).

Desde el punto de vista hidrológico, todo el municipio pertenece a la Cuenca del Río San Juan (cuenca numero 69) y a la subcuenca del Embalse de las Canoas, sin embargo, la microcuenca a la que pertenece recibe el mismo nombre de la Ciudad, denominada Microcuenca poblado de Santa Lucia (Juárez y Barrera, 2007).

La hidrología superficial se caracteriza por la presencia ríos secundarios permanentes, entre los cuales destacan El Puente, La Chingastosa, Fonseca, Chicolapa, Quebrada del Riego, Luna, Grande y Boaco. Todos estos afluentes, con excepción del Luna, descargan sus aguas al Río Malacatoya, el cual nace en la Reserva Natural Cerro Alegre – Cerro Cumaica.

La Reserva es un área protegida ubicada en la parte Este y Norte de Santa Lucía y comparte su territorio con el municipio vecino San José de Los Remates. El Plan de Manejo destaca la riqueza en fauna silvestre indicando la presencia de zarigüeya (*Didelphis marsupialis*), nueve especies de murciélagos, mono congo o aullador (*Alouatta Palliata*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), guatusa (*Dasyprocta fuliginosa*), guardatinaja (*Cuniculus paca*), ardilla matagalpina (*Sciurus deppei*), puerco espín (*Coendou mexicanus*), leopardo (*Panthera pardus*), leoncillo (*Herpailurus yagouaroundi*), venado (*Odocoileus virginianus*) (Chavarría et al., 2017)

La Flora del municipio se compone de una gran variedad de especies de árboles forestales, entre ellas: cedro real (*Cedrela odorata* .), laurel (*Laurus nobilis*), pochote (*Bombacopsis quinata*), caoba del pacífico (*Swietenia macrophylla*), madroño (*Calycophyllum candidissimum*), quebracho (*Schinopsis balansae*), guanacaste de oreja (*Enterolobium cyclocarpum*), ceiba (*Ceiba pentandra*), jiñocuabo (*Bursera simaruba*), granadillo (*Platymiscium yucatanum*), neem (*Azadirachta indica*), eucalipto (*Eucalyptus Camaldulensis*), madero negro (*Gliricidia sepium*), guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*), entre otros (Chavarría et al., 2017).

Para la actividad apícola toman relevancia las siguientes especies melíferas: laurel (*Cordia alliodora*), citricos (*Citrus cinensis*), madero negro (*Gliricidia sepium*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), jiñouabo (*Bursera simarouba*), cortez (*Tabebuia chrysantha*), frijolillo, (*Melicoccus*

bijugatus), mamón (*Tithonia diversifolia*), madroño (*Calycophyllum candidissimum*), tamarindo (*Tamarindus indica*), jícaro (*Crescentia alata*), tigüilote (*Cordia dentata*), genizaro (*Pithecellobium saman*) (Castillo et al., 2013).

3.2. Metodología

El presente trabajo se enfoca en zonificar el potencial melífero del municipio de Santa Lucía, entendiendo por dicho potencial como la disponibilidad de néctar en un territorio dado y período de tiempo determinado, modificable por condiciones biofísicas y socioeconómicas (Ramos, 2018)

Este trabajo se subdivide en cinco etapas. Las tres primeras, a) flora apícola por comunidad, b) requerimientos climáticos de la abeja y c) relación pecoreo y disponibilidad de alimentos, se vinculan con el potencial por condiciones biofísicas. Las últimas dos, d) cercanía a viviendas y perímetros urbanos y e) distancia a vías de acceso, se relacionan con condicionantes sociales. La síntesis del proceso se esquematiza en la siguiente figura. En los acápite posteriores se describirá con detalle la metodología utilizada para llevar a cabo cada etapa.

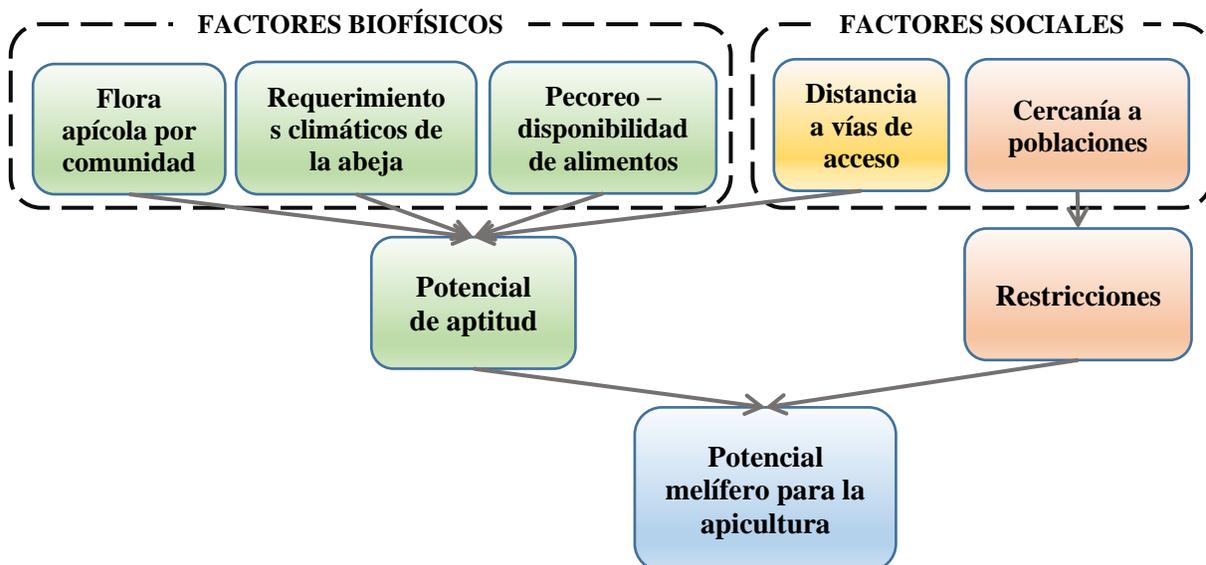


Figura 2. Proceso esquemático para determinar áreas con potencial apícola

3.2.1. Flora apícola en las comunidades de Santa Lucía

Se entiende como zonas con flora apícola, áreas boscosas con presencia de árboles y arbustos de cuyas flores las abejas obtienen néctar y polen, de las cuales es importante conocer su período de floración para lograr resultados rentables en la producción comercial de miel (Ramos, 2018).

Para caracterizar la flora apícola se definieron 14 parcelas de muestreo (1 por cada comunidad evaluada), todas ubicadas en áreas de bosque. Cada parcela se diseñó con dimensiones de 20 x 25 m para un total de 500 m² (0.05 ha).

En cada parcela se estimaron los parámetros de riqueza y abundancia de especies apícolas, considerando como riqueza, el número de especies diferentes que existen en un área determinada; y como abundancia, la cantidad de individuos de una misma especie que se encuentran en el área muestreada (Lamprecht, 1990).

Tomando en cuenta que cada especie puede florecer en distintas épocas del año, también se realizó un calendario de floración para las especies dominantes identificadas en campo, con el fin de considerar la disponibilidad de alimento para las abejas en el tiempo.

La aptitud apícola se determinó a partir de la construcción de un cuadro de criterios basado en los parámetros riqueza, abundancia y duración de la floración. Los datos de campo se agruparon por terciles y de esta forma se definieron tres categorías: poco apto, moderadamente apto y muy apto.

Abundancia (Nind/ha)	Riqueza (Nsp/ha)	Floración (meses)	Potencial
1,000 - 1,500	6 – 9	8 – 12	Alto
500 - 1,000	3 – 6	4 – 8	Moderado
< 500	< 3	< 4	Bajo

Nind = Número de individuos; Nsp = Número de especies

Cuadro 1. Parametros de riqueza, abundancia y floración de sp melíferas (Propuesto por autor)

No se conoce con exactitud cuál de los parámetros es realmente el más relevante para la producción sostenida de miel. Por consiguiente, el potencial de cada comunidad fue asignada por la cantidad máxima de parámetros bajo un mismo rango o nivel.

Es decir, una comunidad tendrá alto potencial para la apicultura, cuando al menos dos de los parámetros evaluados correspondan a dicha categoría. En el caso especial donde no coincidieran ninguno de los parámetros en un mismo nivel, la comunidad sería considerada, con potencial apícola moderado.

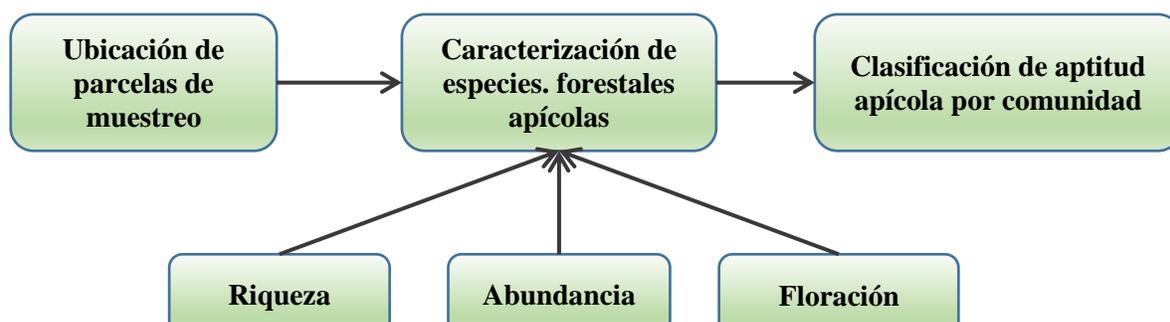


Figura 3. Parámetros que condicionan el potencial apícola por comunidades



Figura 4. Levantamiento de información primaria en campo

3.2.2. Requerimientos climáticos de la abeja africanizada (*A. mellifera scutellata*)

Cosiste en la identificación de zonas climáticas óptimas para la vida de las abejas africanizadas (*A. mellifera scutellata*). El análisis de las condiciones ambientales se elaboró a partir del set de datos globales de acceso libre WorldClim 2.0, capas ráster con resolución espacial de 1km, las cuales registran condiciones climáticas promedio para el período 1970 – 2000.

Los parámetros considerados fueron temperatura, precipitación, velocidad del viento. De acuerdo con literatura (MONZÓN, 1998) la abeja africanizada se adapta a condiciones climáticas semihúmedas, bajo las siguientes características:

Requerimiento ambiental para abeja africanizada	Humedad relativa promedio anual (%)	Temperatura promedio anual (°C)	Precipitación promedio anual (mm)	Velocidad del viento promedio anual (km/h)	Elevación (msnm)
Mínima	65	18	ND	ND	0
Máxima	75	35	2,300	28	2000

ND = Sin datos

Cuadro 2. Requerimientos climáticos de las abejas africanizadas

Contrastando los requerimientos contra las condiciones climáticas del municipio se puede apreciar que la abeja se adapta prácticamente a todo el territorio. Lamentablemente el set de datos WorldClim V.2.0 no incluye el parámetro de humedad relativa.

Condiciones climáticas en Santa Lucía	Humedad relativa promedio anual (%)	Temperatura promedio anual (°C)	Precipitación promedio anual (mm)	Velocidad del viento promedio anual (km/h)	Elevación (msnm)	Potencial
Mínima	ND	21	1,300	2.1	180	Alto
Promedio	ND	23.5	1,400	2.3	640	Alto
Máxima	ND	26	1,500	2.5	1100	Alto

ND = Sin datos

Cuadro 3. Condiciones climáticas en Santa Lucía

Para zonificar el potencial apícola, desde una perspectiva climática, primero se ajustó toda la información a nivel municipal, utilizando la herramienta extracción por máscara en ArcGIS 10.3.

Posteriormente se zonificó el territorio en 10 zonas mediante una “clasificación no supervisada” basada en tres factores climáticos temperatura, precipitación y velocidad del viento. El método utilizado para dicha clasificación se denomina ISO Cluster. Desde el punto de vista geográfico, este método genera conglomerados de píxeles que manifiestan un comportamiento similar en el conjunto de datos de entrada (ESRI, 2020)

Por último, las 10 zonas se reclasificaron en sólo 3 para asignar un valor de potencial apícola (alto, moderado y bajo) a partir de las experiencias de los apicultores en cuanto a rendimiento y calidad en la producción de miel. De forma general, se ha identificado que, en las zonas más húmedas y frescas del municipio, la producción disminuye y la miel pierde calidad porque se diluye debido a la humedad presente en el ambiente (Rivas, 2019)

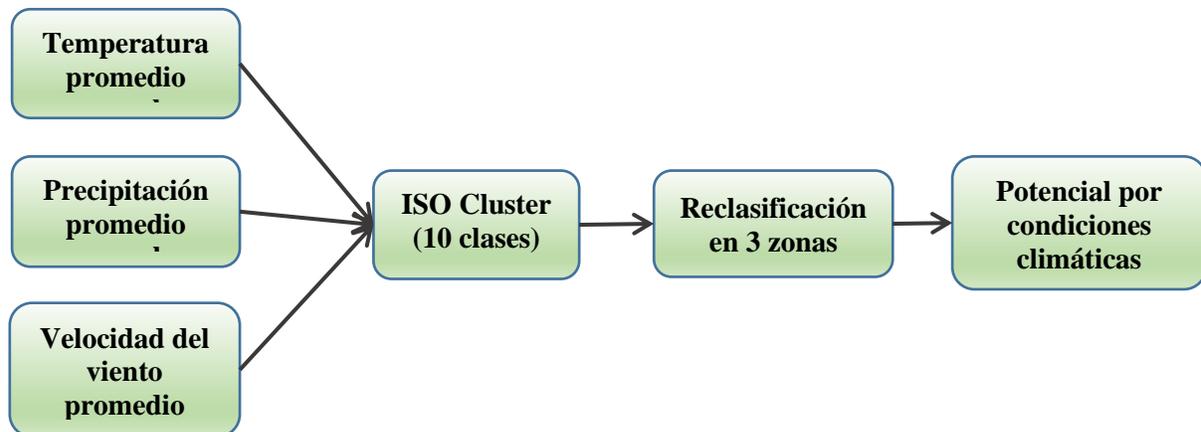


Figura 5. Zonificación de la aptitud climática

3.2.3. Relación pecoreo y disponibilidad de alimentos

El vuelo que realizan las abejas para la recolección de néctar, polen y propóleos se denomina pecoreo. Dicho desplazamiento depende de la disponibilidad de alimentos en el entorno, es decir, de la presencia de vegetación melífera (Ramos, 2018).

La combinación entre el desplazamiento de las abejas y disponibilidad de alimentos se utilizó como criterio de selección para identificar los sitios puntuales de aptitud muy alta en el municipio. Esta selección de sitios contribuye con la planificación adecuada de la trashumancia.

La representación cartográfica del pecoreo se generó a partir consultas bibliográficas y experiencias de apicultores. Según (PHLTPPE, 1989) el pecoreo de las abejas se concentra en un radio de 600 m, cuando las condiciones de alimentación son favorables. De acuerdo con los productores, este vuelo oscila entre 300 a 500 m. Para fines de este estudio se consideró como pecoreo un área de influencia o buffer de 500 m, a partir del margen de seguridad de la red vial equivalente a 100 m (ver acápite 3.2.5. Distancia a vías de acceso), debido a que las colmenas se instalan en su mayoría cerca de las vías de acceso.

(distancia de vuelo)	Según bibliografía	Según apicultores	Potencial
Pecoreo	ND	0 – 100 m	Sin potencial
Pecoreo	ND	100 – 300 m	Alto
Pecoreo	0 – 600 m	300 – 500 m	Moderado
Pecoreo	> 600 m	> 500 m	Bajo

Cuadro 4. Distancias de pecoreo

La disponibilidad de alimentos se derivó del Mapa de Coberturas y Usos de la Tierra (INETER, 2015). Este mapa se transformó de formato raster a vector, posteriormente se extrajeron los centroides vinculados a sistemas agropecuarios, vegetación arbustiva y bosques. Por último, la relación Pecoreo – Disponibilidad de alimentos se obtuvo al interceptar la distancia de pecoreo con los centroides de usos de suelo.

Cobertura y uso de la tierra	Potencial
Bosques	Alto
Vegetación arbustiva, tacotal	Moderado
Cultivo permanente, cultivo anual, pasto	Bajo

Cuadro 5. Potencial por usos del suelo



Figura 6. Desplazamiento de la abeja

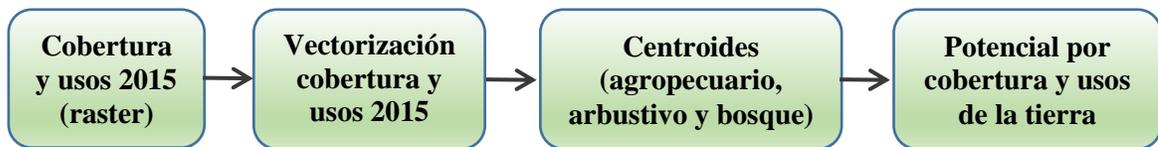


Figura 7. Potencial por cobertura y usos de la tierra

3.2.4. Distancia a viviendas y perímetros urbanos

Consiste en evaluar la restricción de la actividad apícola por cercanía a viviendas y centros poblados. De acuerdo con entrevistas de campo, (ver Figura xx) los apicultores consideran que la ubicación de colmenas a distancias menores de 300 m de espacios habitados presenta varias desventajas. Por un lado, se incrementa del nivel de exposición de la población a picaduras de abeja. También animales domésticos y ganado pueden verse afectados.

Por otra parte, las abejas viven en condiciones de estrés por el ruido constante o pueden intoxicarse por contaminantes derivados de las actividades humanas. Además, al escasear los alimentos existe el riesgo de que las abejas emigren de su colmena a una vivienda cercana.

Para analizar espacialmente esta condición restrictiva primero se digitalizaron todas las viviendas y perímetros urbanos identificables en una imagen georreferenciada de alta resolución de Google Earth.

Posteriormente se determinó un área de influencia o buffer de 300 m tanto para las viviendas y como para los perímetros urbanos. Al final ambas áreas de influencia se fusionaron para contar con un elemento restrictivo en la zonificación.

Distancia euclídeana a vivienda y poblados	Potencial
> 300 m	Alto
< o = 300 m	Sin potencial

Cuadro 6. Potencial considerando las restricciones

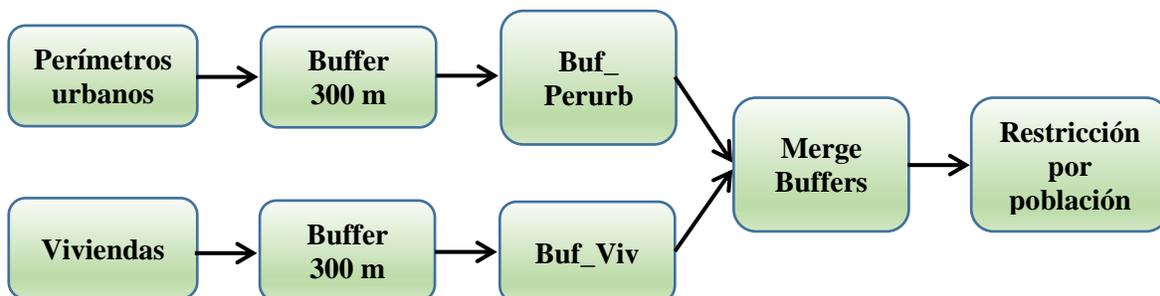


Figura 8. Zonificación por restricciones de poblados y red viales

3.2.5. Distancia a vías de acceso

Consiste en evaluar la facilidad de acceso para el traslado de colmenas durante la transhumancia. De acuerdo con entrevistas a apicultores, se prefiere instalar las colmenas cerca de los caminos, a una distancia aproximada de 100 m. De esta manera, en las temporadas cuando escasea el alimento, las colmenas pueden trasladarse y reubicarse fácilmente en otros sitios.

Es importante destacar que, a menos de 100 m de distancia, las abejas estarían expuestas a perturbaciones ocurridas a la orilla de los caminos, como quemas, tráfico vehicular y otras acciones de mantenimiento a la red vial. Por otra parte, si el margen de seguridad se aleja mucho de los caminos se incurre en esfuerzo físico para el traslado de las colmenas, por tal razón, el grado de aptitud disminuye a medida que la distancia supere los 100 m de seguridad.

Para considerar este parámetro se digitalizaron los caminos a partir de una imagen de alta resolución georreferenciada de Google Earth. Posteriormente, a los caminos se les estimó un buffer equivalente a 100 m como área de seguridad para la instalación de las colmenas. Por

último, se derivó un mapa de distancias euclidianas a partir del margen de seguridad de la red vial.



Figura 9. Flujo de trabajo para zonificación de áreas con potencial apícola.

3.2.6. Zonificación del potencial apícola

En el presente estudio el potencial melífero para la apicultura se expresa de dos maneras: a) mediante una zonificación del grado de aptitud y b) la identificación de sitios con potencial melífero para la transhumancia.

La zonificación del grado de aptitud del territorio se realizó mediante álgebra de mapas, utilizando la calculadora raster de la caja de herramientas Spatial Analyst de ArcMap 10.x. El método utilizado fue una suma simple de factores de aptitud multiplicada por factores restrictivos.

Los factores de aptitud incluyen flora apícola por comunidad, requerimientos climáticos de la abeja, pecoreo con disponibilidad de alimentos y distancia a vías de acceso. Como factores restrictivos se consideran el margen de seguridad de vías de acceso y cercanía a poblaciones.

Inicialmente, a cada factor de aptitud se le asignó un valor numérico de 0 a 3 (donde 0 = no apto, 1 = poco apto, 2 = moderadamente apto y 3 = muy apto). En los datos vectoriales se agregó un campo denominado ZPAP (zonificación potencial para apicultura) para almacenar dicho valor. Los vectores se convirtieron a formato raster con la opción “Feature to Raster”. Por su parte, los datos raster simplemente se reclasificaron a valores enteros de 0 a 3, utilizando la función “Reclassify”.

Los factores de aptitud se sumaron entre sí y posteriormente se multiplicaron por valores restrictivos equivalentes a cero, es decir zonas no aptas. El mapa resultante presentó un rango de valores de 0 a 12. Finalmente, el mapa se reclasificó en cuatro rangos equitativos en donde los valores de 0 a 3 representan zonas no aptas, de 3 a 6 poco aptas, de 6 a 9 moderadamente aptas y de 9 a 12 muy aptas.

$$\text{ZPAP} = (\text{Pcomun} + \text{Pbclim} + \text{Pcoveg} + \text{Ppeco}) * R$$

Donde:

- **ZPAP** = Zona Potencial Apícola
- **Pcomun** = Potencial global por comunidad basado en parámetros de abundancia y riqueza de la flora apícola (ver acápite 3.2.1. Flora apícola en las comunidades de Santa Lucía)
-
- **Pbclim** = Potencial bioclimático (ver acápite 3.2.2. Requerimientos climáticos de la abeja africanizada)
-
- **Pcoveg** = Potencial por cobertura y usos de la tierra (ver acápite 3.2.3 Relación pecoreo y disponibilidad de alimentos)
-
- **Ppeco** = Potencial por pecoreo (ver acápite 3.2.3 Relación pecoreo y disponibilidad de alimentos)
-
- **R** = Fusión de elementos restrictivos (cercanía a poblaciones y margen de seguridad a vías de acceso). Representan condiciones Sin Potencial para el desarrollo de apicultura. Su valor como elemento restrictivo en el álgebra de mapas es equivalente a cero (ver acápites 3.2.4. Distancia a viviendas y perímetros urbanos y 3.2.5. Distancia a vías de acceso).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Potencial apícola en base a parámetros de riqueza y abundancia de especies melíferas y períodos de floración

Según la caracterización de flora melífera realizada en las 14 comunidades del municipio, se registran un total de 13 especies melíferas y entre las más destacadas se encuentran: madero negro (*Gliricidia sepium*), *Guácimo* (*Guazuma ulmifolia*).

De acuerdo con los datos de los inventarios florísticos la comunidad con mayor potencial apícola es Santo Domingo, caracterizada por presentar 8 especies melíferas, con períodos de floración de 8.5 meses (enero–septiembre) y una abundancia estimada de 1220 individuos por ha. Otras comunidades con potencial apícola similar son El Orégano y Chicolapa, con una riqueza de al menos 6 especies melíferas, una abundancia estimada superior 1,000 individuos por ha⁻¹ y un período de floración de 8.5 meses (enero – septiembre); así como Los Álvarez y El Plan, con una riqueza de 7 especies melíferas, abundancia estimada mayor a 1,000 individuos por ha, pero con un período de floración de 6.5 meses (enero – junio). En total, estas comunidades abarcan un área aproximada de 38.73 km² (3,873 ha) y representan el 32% del municipio.

Las comunidades con potencial apícola moderado presentan una riqueza entre 5 a 7 especies melíferas, con una abundancia estimada muy variada, de 500 a 1300 individuos por ha, pero siempre con un período de floración limitado a 6.5 meses al año (enero – junio). Dentro de estas comunidades se encuentran: El Llanito, Los Rivas, Los García, El Ventarrón, Las Mercedes, El Vijagual, La Concepción. Estas comunidades cubren 50.29 km² (5,029 ha) equivalente al 41% del municipio. Es importante destacar que parte de estas zonas pueden acondicionarse a un potencial alto si se introducen especies melíferas con períodos de floración mayores a 6.5 meses.

Se estima que en Santa Lucía sólo las comunidades El Riego y El Boquito presentan un bajo potencial para la apicultura considerando la disponibilidad de alimentos. Ambas se caracterizan por presentar una riqueza de sólo 4 especies melíferas, con períodos de floración de 6.5 meses (enero – junio) y una abundancia menor a los 1,000 individuos por ha. A pesar de sólo ser dos

comunidades, éstas abarcan una extensión territorial de 32.59 km² (3,259 ha) y representan el 26% del municipio. Incrementar el potencial apícola en estas comunidades implica una labor de diversificar la riqueza en las especies melíferas, preferiblemente con especies de floración prolongada mayor a 6.5 meses, destinando áreas de conservación para incrementar adicionalmente la abundancia.

Por último, se considera que el casco urbano no presenta potencial apícola por ser un centro poblado. De acuerdo con imágenes satelitales de Google Earth, el casco urbano cubre un área menor a 1 km² y representa aproximadamente a penas el 1% del territorio municipal.

Comunidad	Riqueza	Abundancia	Floración (Meses)	Potencial
Boaquito	4	580	6.5	Bajo
El Riego	4	960	6.5	Bajo
E Llanito	5	520	6.5	Moderado
Los Rivas	5	960	6.5	Moderado
Los García	6	500	8.5	Moderado
El Ventarrón	7	440	8.5	Moderado
Las Mercedes	5	1100	6.5	Moderado
El Vijagual	6	1380	6.5	Moderado
La Concepción	6	1360	6.5	Moderado
El Plan	7	1200	6.5	Alto
Los Álvarez	7	1100	6.5	Alto
Chicolapa	6	1060	8.5	Alto
El Orégano	7	1440	8.5	Alto
Santo Domingo	8	1220	8.5	Alto

Cuadro 7. Potencial por comunidad en base a la abundancia, riqueza y floración

A partir de estas condiciones, se sugiere una ruta de trashumancia iniciando en el mes de enero por las comunidades de El Llanito, La Concepción, Boaquito y El Riego, trasladándose a finales de julio y hasta mediados de septiembre a las comunidades de El Orégano, Santo Domingo y El Ventarrón. Es importante recalcar que estas tres últimas comunidades ofrecen floración desde enero por lo que se podrían utilizar en paralelo a las primeras comunidades.

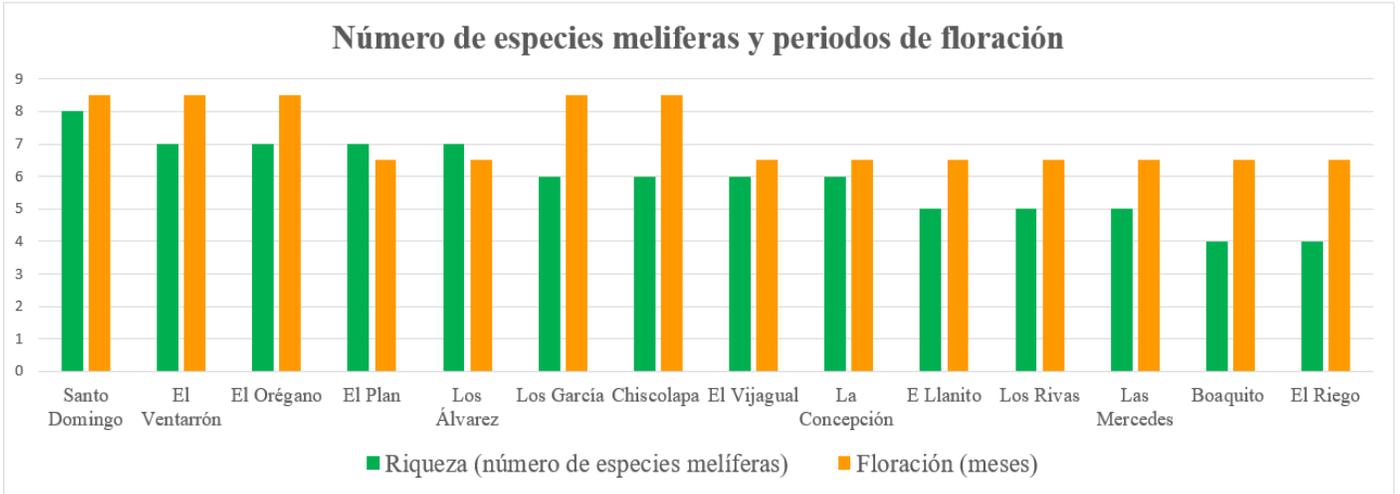
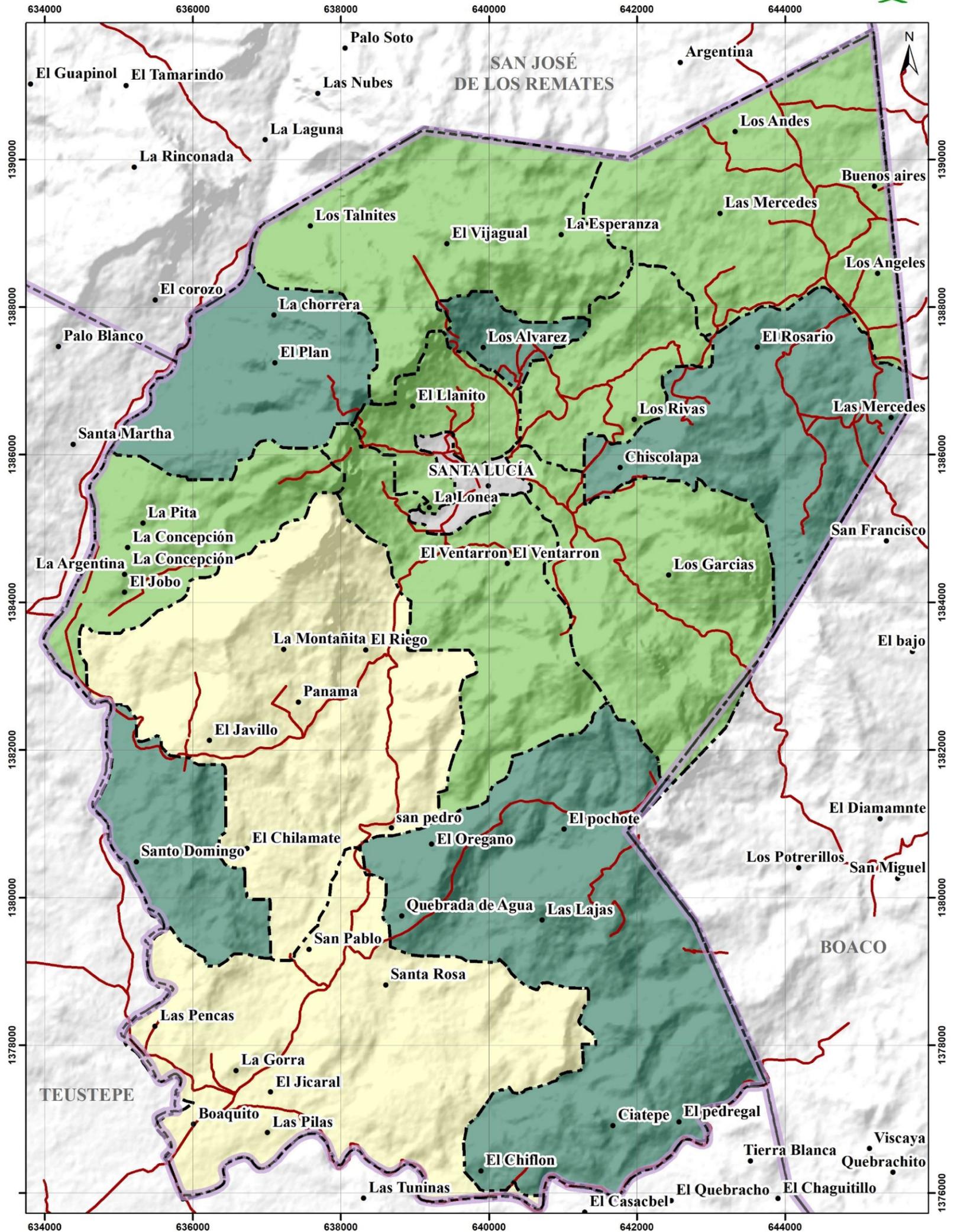


Figura 100. Especies encontradas por comunidad y periodo de floración

POTENCIAL APÍCOLA DE LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO SANTA LUCÍA POR RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES MELÍFERAS



LEYENDA

- Límite municipal
- Límite de comunidad
- Red vial
- Sin potencial apícola
0.95 km² (1%)
- Potencial apícola bajo
32.59 km² (26%)
- Potencial apícola moderado
50.29 km² (41%)
- Potencial apícola alto
38.73 km² (32%)

0 0.5 1 2 3 4 5 km

Esferoide_ WGS 1984
 Sistema de referencia: Universal Transversal de Mercator
 Datum horizontal: WGS 1984 Z16N
 Diseño y edición: Joel Ruíz (2020)

El presente mapa representa el potencial apícola generalizado por comunidad, en función de parámetros de riqueza y abundancia de especies arbóreas y arbustivas melíferas existentes de forma natural en el municipio. Los datos de riqueza y abundancia se obtuvieron a partir del levantamiento de inventarios florísticos en 14 parcelas de muestreo distribuidas en las diferentes comunidades.



Fuente de datos:
 Mapa base (INETER, 1988)
 Comunidades (INIDE, 2005)
 Potencial apícola (Ruíz J., 2020)

Figura 111. Especies encontradas por comunidad y periodo de floración

4.2. Potencial apícola por condiciones climáticas

En general, desde el punto de vista climático, la abeja se adapta a las condiciones presentes en el municipio Santa Lucía. Sin embargo, mediante una clasificación climática se lograron identificar tres zonas con potencial apícola diferenciado. La zona con potencial alto se localiza al Sur del municipio en elevaciones menores a 400 msnm e incluye las comunidades Santo Domingo, El Orégano, Boaquito, así como una parte de El Riego y El Ventarrón. Este sector se caracteriza por precipitaciones promedio de 1,300 a 1,600 mm/año, temperaturas medias anuales de 21°C a 25°C y velocidad promedio de los vientos menores a 2.4 km/h. Cubre un área de 50 km² (5,000 ha) equivalentes al 41% del municipio. Cabe mencionar que, a pesar de poseer condiciones climáticas adecuadas, las comunidades Boaquito y El Riego presentan un potencial reducido debido a una baja riqueza y abundancia de especies melíferas.

La zona central del municipio se comporta como un espacio de transición, por lo tanto, su potencial apícola se clasificó como moderado. Se localiza en elevaciones entre 400 a 600 msnm, dentro de esta zona se encuentran parte de las comunidades El Riego, El Vantarrón, La Concepción, El Plan, El Llanito, Santa Lucía (casco urbano), Los Garcías, Los Rivas, Los Álvarez y el Bijagual. Climáticamente, se caracteriza por precipitaciones promedio de 1,600 a 1,700 mm, temperaturas medias anuales de 23°C a 24°C y velocidad del viento de 2.3 a 2.4 km/h. En total, esta zona abarca una extensión de 33 km² (3,300 ha) equivalentes al 27% del territorio.

La parte Norte del municipio presenta un potencial apícola bajo. Se ubica entre los 600 a 1,100 msnm y está conformada por las comunidades El Plan, El Bijagual, Los Álvarez, Los Rivas, Los Garcías, Chicolapa y Las Mercedes. Se caracteriza por precipitaciones mayores a los 1,700 mm/año, temperaturas medias anuales menores a los 21°C y vientos superiores a los 2.4 km/h. En total cubre una extensión de 39.54 km² (3,954 ha) equivalentes al 32% del territorio de estudio. Bajo estas condiciones, sobre todo en época de lluvias, la humedad ambiente es tan alta que puede diluir la miel, reduciendo su calidad y valor de comercial. Además, las abejas pueden optar por migrar en busca de mejores condiciones, lo cual trae consecuencias como disminución de polinizadores en ecosistemas naturales, sistemas de cultivos e incurre en pérdidas directas para los apicultores.

De todos los factores considerados en el presente estudio para estimar las zonas con potencial apícola, las condiciones climáticas son las únicas que no se pueden mejorar de manera directa. Sin embargo, se pueden aprovechar las condiciones del territorio para diseñar corredores que faciliten la transhumancia, como estrategia de mitigación y adaptación ante la variabilidad y cambio climático. En años con sequía, las colmenas pueden trasladarse a las zonas más altas y húmedas del municipio. En épocas lluviosas, las colmenas pueden trasladarse a las partes más bajas y secas.

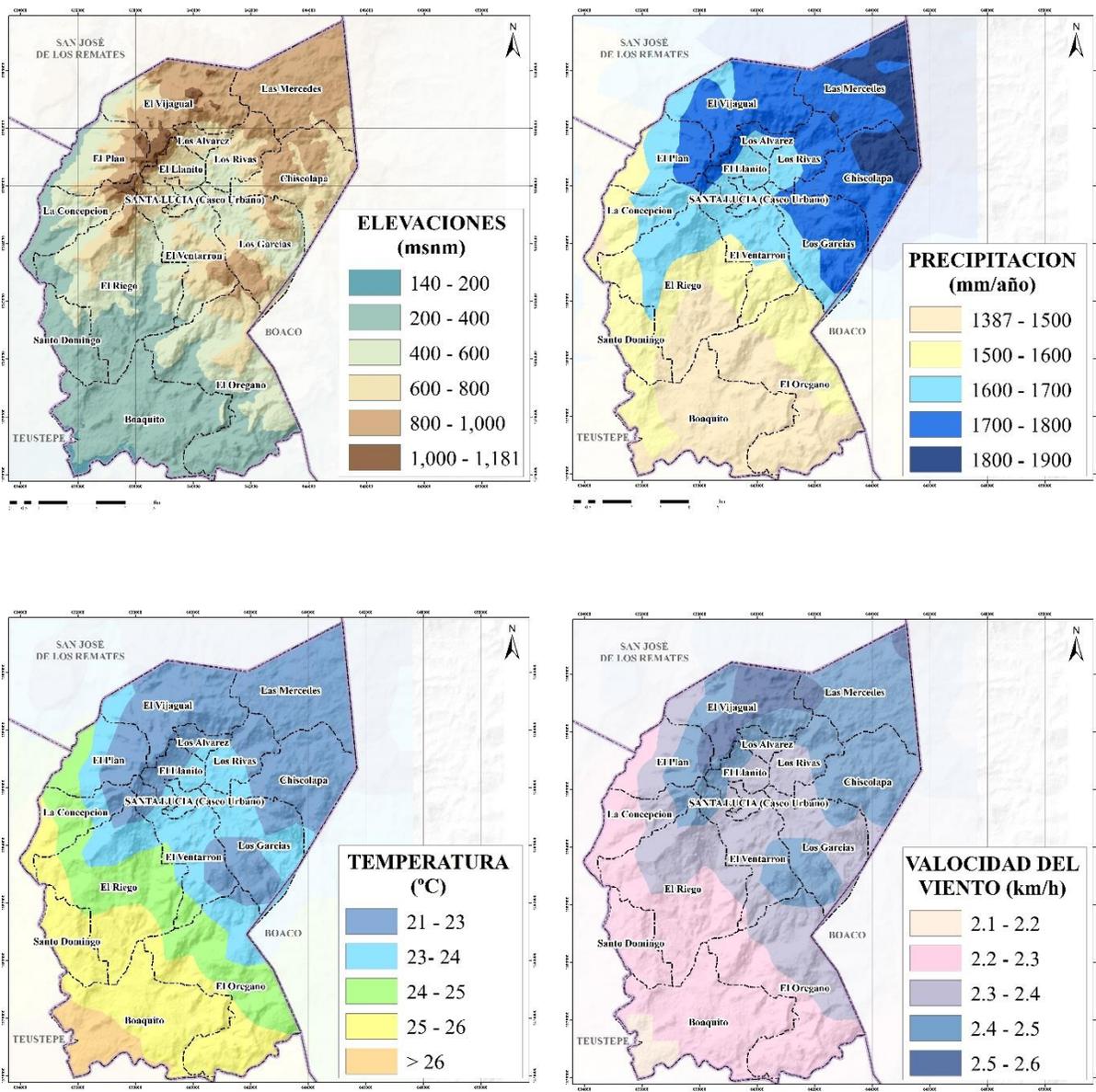
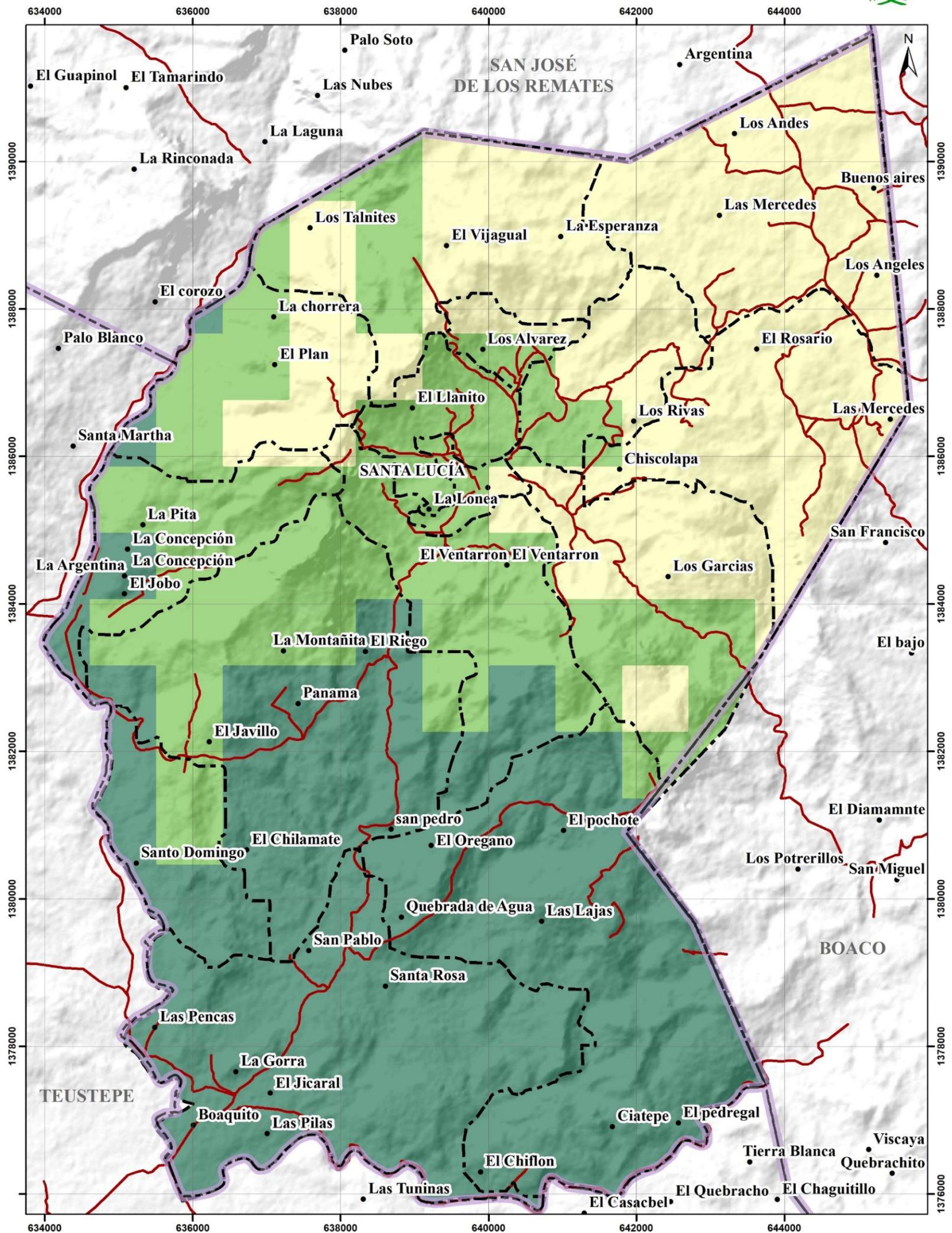


Figura 122. Mapeo de variables climáticas. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: a) ... b) ... c) ... y d)

POTENCIAL APÍCOLA DE LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO SANTA LUCÍA EN BASE A CONDICIONES CLIMÁTICAS



LEYENDA

- Límite municipal
- Límite de comunidad
- Red vial
- Potencial apícola bajo
39.54 km² (32%)
- Potencial apícola moderado
33 km² (27%)
- Potencial apícola alto
50 km² (41%)



Esferoide_WGS 1984
 Sistema de referencia: Universal Transversal de Mercator
 Datum horizontal: WGS 1984 Z16N
 Diseño y edición: Joel Ruiz (2020)

El presente mapa representa el potencial apícola de las comunidades de Santa Lucía en base a las condiciones climáticas de precipitación media anual, temperatura media anual y velocidad del viento promedio. Los datos utilizados se descargaron del portal de WorldClim con resolución espacial de 1 x 1 km.



Fuente de datos:
 Mapa base (INETER, 1988)
 Comunidades (INIDE, 2005)
 Datos climáticos (WorldClim, 2000)
 Potencial apícola (Ruiz J., 2020)

Figura 133. Potencial apícola en base a condiciones climáticas

4.3. Potencial apícola por coberturas y usos de la tierra

La interpretación de las diferentes coberturas y usos de la tierra permitió realizar un análisis de del potencial apícola en función de la disponibilidad natural de alimentos para las abejas. Los bosques latifoliados densos y ralos se consideraron como las fuentes naturales más importantes. Estos se encuentran dispersos en toda el área de estudio, aunque presentan ligeras concentraciones en los sectores Noroeste, Este y Sureste del municipio. En total, abarcan una extensión territorial de 26.45 km² (2,645 ha) equivalentes al 21% del municipio.

Los sistemas de vegetación secundaria, como tacotales y vegetación arbustiva, se consideraron coberturas de potencial moderado, puesto que presentan una gran abundancia en términos de individuo por ha, pero una menor riqueza en su biodiversidad, por lo cual la disponibilidad de alimentos se limita a los meses de floración de las especies dominantes. Estos sistemas de sucesión se concentran más al Oeste y Suroeste del municipio y abarcan un área de 11.83 km² (1,183 ha) equivalentes al 10% del territorio.

Los sistemas de cultivos permanentes y anuales, así como pastizales, se consideraron como zonas de potencial bajo debido a la menor presencia de especies melíferas (tanto en riqueza como abundancia), además del posible peligro que representa la presencia de abejas en parcelas donde se practiquen actividades agropecuarias. Esta asociación de coberturas y usos de la tierra cubren la mayor parte del territorio con 84.06 km² (8,406 ha) equivalentes al 61% del municipio.

Por último, la agrupación de coberturas como áreas urbanas y suelos sin vegetación se clasificaron como áreas sin potencial apícola. Para el año 2015 (año del mapa de referencia) abarcaban un total de 0.22 km² (22 ha) equivalentes a tan sólo el 0.2% del territorio.

Bajo esta perspectiva, el municipio presenta un potencial apícola bajo pues existe un predominio de los sistemas agropecuarios sobre los ecosistemas naturales. Sin embargo, el potencial puede mejorarse si se destinan zonas para la regeneración natural, la restauración ecológica, el enriquecimiento de sistemas naturales mediante reforestación con especies melíferas o mediante el establecimiento de corredores que faciliten la conectividad entre áreas boscosas. Adicionalmente, la apicultura también puede convertirse en una forma de diversificar los sistemas productivos y generar ingresos adicionales para las familias del municipio.

POTENCIAL APÍCOLA DE LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO SANTA LUCÍA EN BASE A LAS COBERTURAS Y USOS DE LA TIERRA

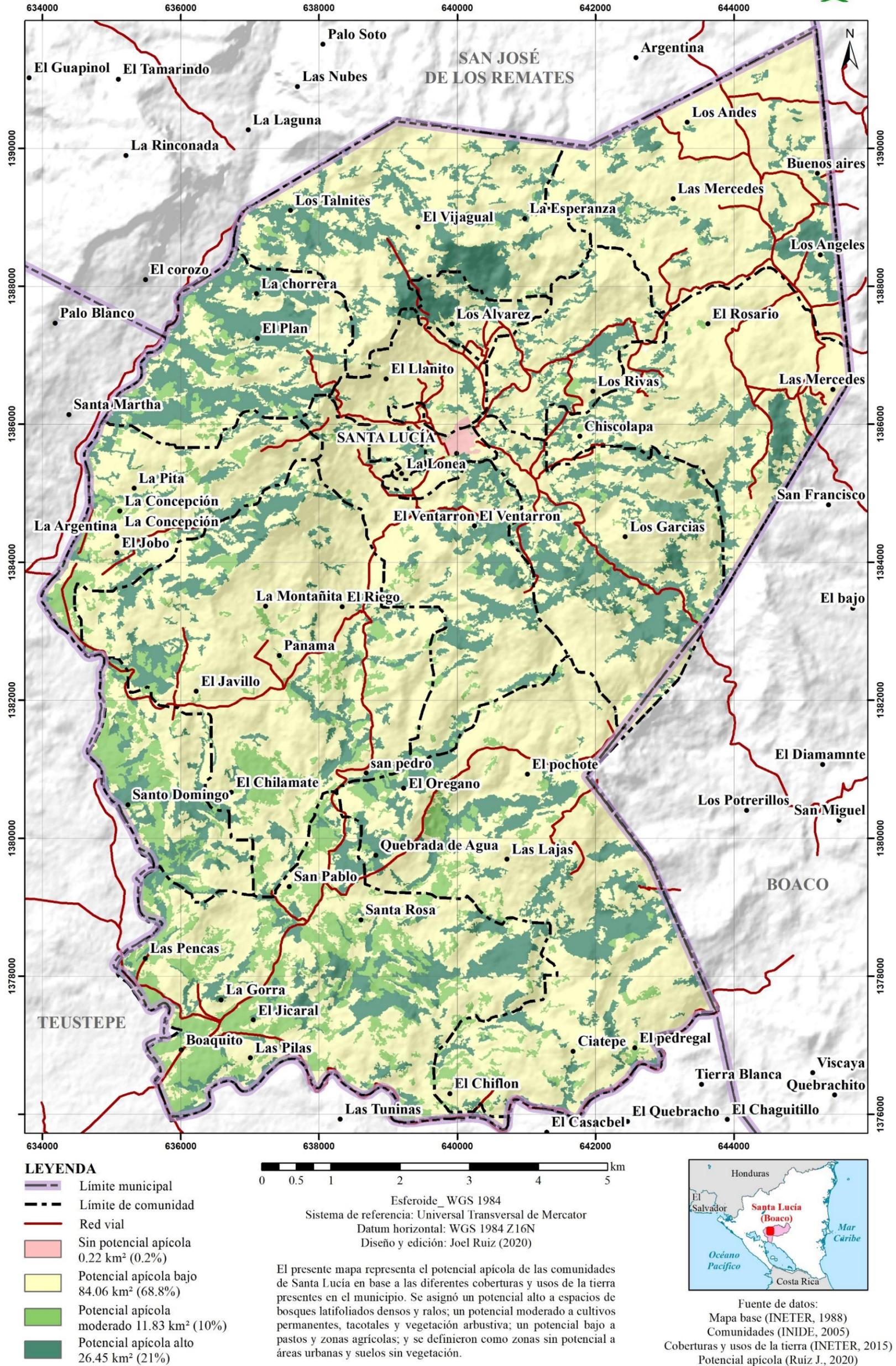


Figura 144. Potencial apícola en base a cobertura y uso de la tierra

4.4. Relación pecoreo y disponibilidad de alimentos

De acuerdo con productores locales, las abejas realizan el pecoreo en un radio de 500 m con respecto a su colmena. Las colmenas se instalan lo más próximo a las vías de acceso para facilitar su traslado durante la trashumancia y en la práctica se respeta un margen de seguridad aproximado a 100 m para evitar que el tráfico de vehículos altere a las abejas. Las áreas dentro de este margen de seguridad se consideraron como zonas sin potencial apícola y en total abarcan una extensión de 19.20 km² (1,920 ha) equivalentes al 16% del territorio.

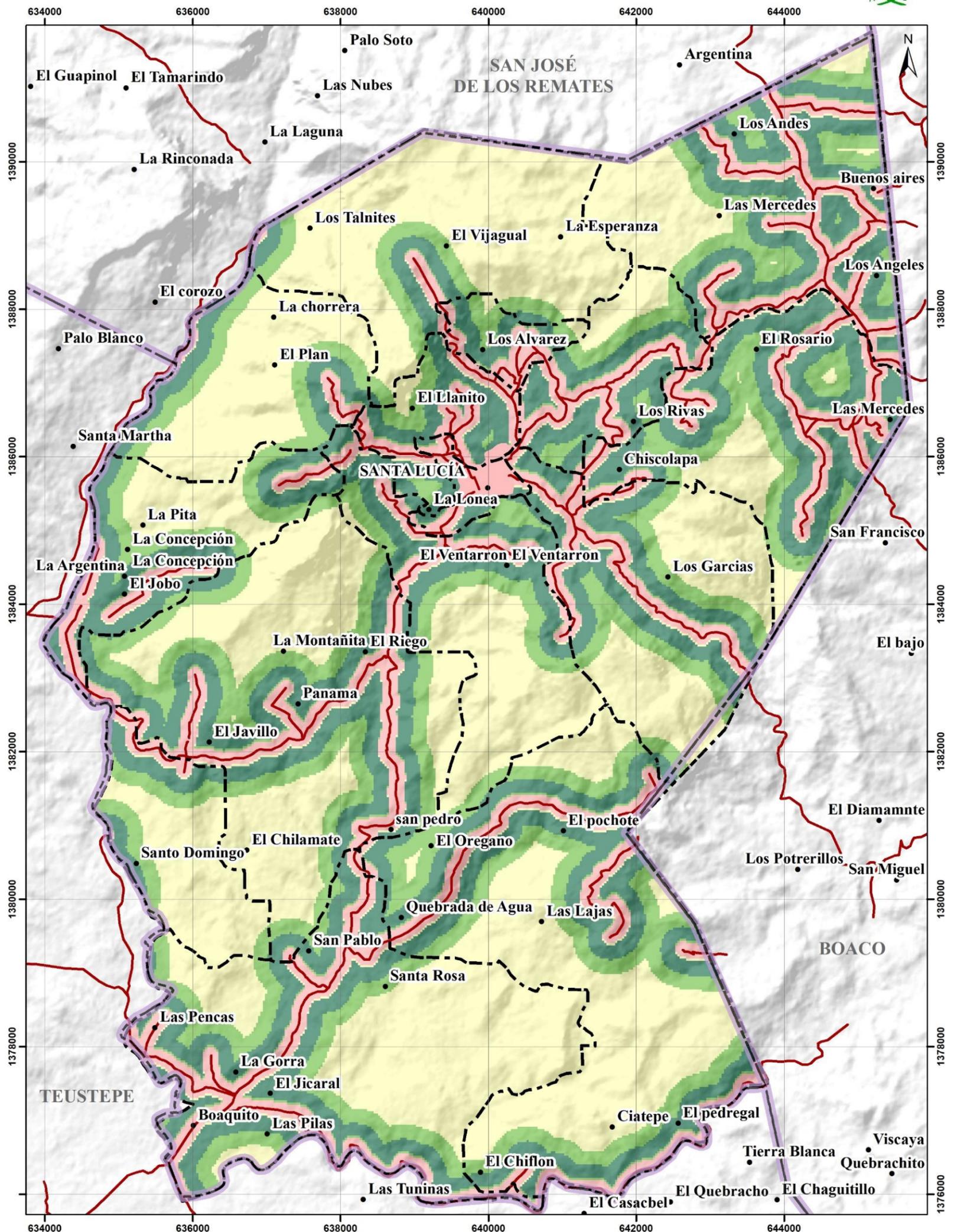
A partir de este margen de seguridad, se definió una segunda zona de influencia con un ancho de 300 m. A esta zona se le asignó un potencial alto pues se encuentra dentro del rango de pecoreo de la abeja y es una distancia razonable para el traslado de colmenas por parte de los apicultores. Este potencial abarca una extensión de 29.35 km² (2,935 ha), es decir el 24% del municipio y representa la zona crítica del potencial apícola, pues si dentro de esta franja se encontrasen fuentes de alimento de alta calidad, se generan las condiciones óptimas naturales y antrópicas para el desarrollo de la apicultura.

El potencial moderado se representa mediante un área de influencia ubicado a una distancia un poco mayor a la óptima y se extiende de 300 a 500 m a partir del margen de seguridad. Si bien esta distancia se encuentra dentro del rango de pecoreo de la abeja representa un mayor esfuerzo para los apicultores en términos del traslado de colmenas durante la trashumancia. Esta zona cubre una extensión de 23.65 km² (2,365 ha) equivalente a el 19% del área de estudio.

Los sitios ubicados a distancias mayores a 500 m a partir del margen de seguridad se consideran como zonas de potencial bajo pues el esfuerzo del traslado de colmenas es excesivo y poco viable en la práctica. En total cubren un área de 50.34 km² (5,034 ha) equivalentes al 41% del municipio.

En base a la combinación de estas condiciones (pecoreo, disponibilidad de alimentos y existencia de vías de acceso), Santa Lucía se considera de bajo potencial apícola. Las zonas de mayor potencial se concentran al Norte y Noreste del municipio, en las comunidades Las Mercedes, Chicolapa, Los Rivas, Santa Lucía (casco urbano), Los Álvarez y El Llanito. Es importante destacar que el potencial se puede incrementar si se mejora o amplía la red vial.

POTENCIAL APÍCOLA DE LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO SANTA LUCÍA EN BASE AL PECOREO Y DISTANCIA A VÍAS DE ACCESO



LEYENDA

- Límite municipal
- Límite de comunidad
- Red vial
- Sin potencial apícola
19.20 km² (16%)
- Potencial apícola bajo
50.34 km² (41%)
- Potencial apícola moderado
23.65 km² (19%)
- Potencial apícola alto
29.35 km² (24%)

0 0.5 1 2 3 4 5 km

Esferoide_WGS 1984
 Sistema de referencia: Universal Transversal de Mercator
 Datum horizontal: WGS 1984 Z16N
 Diseño y edición: Joel Ruiz (2020)

El presente mapa representa el potencial apícola de las comunidades de Santa Lucía en base al pecoreo o distancia de vuelo que cubre la abeja en busca de alimento en su entorno inmediato. Los parámetros utilizados se derivan de la experiencia de apicultores de la zona. Se ha definido un margen de seguridad de 100 m en torno a las vías de acceso. A partir de dicho margen, el potencial alto se extiende de 0 a 300 m; el moderado de 300 a 500 m; y el bajo a distancias mayores de 500 m.



Fuente de datos:
 Mapa base (INETER, 1988)
 Comunidades (INIDE, 2005)
 Pecoreo, distancia a caminos y potencial apícola (Ruiz J., 2020)

Figura 155. Potencial apícola en base al pecoreo

4.5. Restricciones para el desarrollo de la apicultura

El potencial del territorio se confrontó con elementos restrictivos que limitan o impiden el desarrollo de la apicultura. De acuerdo con apicultores del municipio, debe respetarse un margen de seguridad de 300 m en torno a viviendas y centros poblados, para evitar accidentes por picaduras de abejas a la población y al ganado o la migración de colmenas a sitios poblados durante épocas de escasez de alimentos. Adicionalmente, se considera el margen de seguridad en torno a la red vial de 100 m explicado en el acápite 4.4. Relación pecoreo y disponibilidad de alimentos.

Las zonas de restricción se consideran sin potencial apícola y cubren un total de 44.30 km² (4,430 ha) equivalentes al 36% del municipio, concentrándose en el sector Norte y Noreste, en las comunidades Las Mercedes, Chicolapa, Los Rivas, Santa Lucía (casco urbano), Los Álvarez y El Llanito del municipio, precisamente en las mismas zonas donde la red vial es más densa, contrarrestando el potencial por pecoreo y disponibilidad de alimentos en torno a las vías de acceso.

Como resultado de esta zonificación también se interpreta que el 76.57 km² (7,657 ha), es decir, el 64% del territorio, presenta cierto potencial para el desarrollo de la actividad. El grado de dicho potencial estará sujeto a la combinación de factores climáticos, disponibilidad de alimentos en espacios naturales, riqueza y abundancia de especies melíferas, existencia de caminos y distancias óptimas de pecoreo hasta la fuente de alimentos.

Las áreas con potencial se concentran al Oeste, Suroeste y Sur del municipio, en las siete comunidades con presencia de pequeños centros poblados y algunas viviendas aisladas: El Plan, La Concepción, El Riego, Santo Domingo, El Ventarrón, El Orégano y Boaquito. Estas mismas comunidades pueden priorizarse para planificar los procesos de transhumancia,

RESTRICCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO SANTA LUCÍA

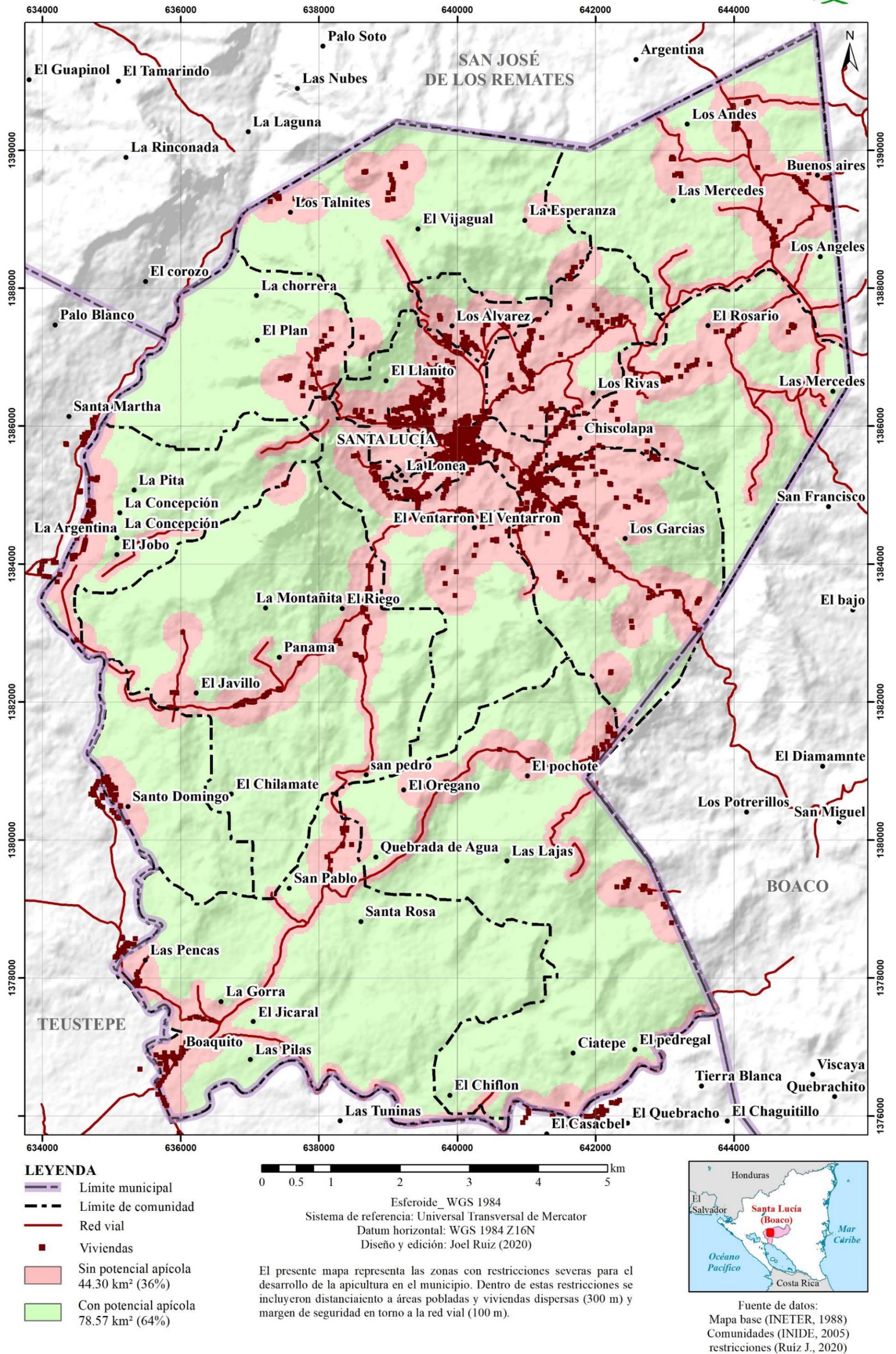


Figura 166. Zonas con restricciones severas para el desarrollo apícola

4.6. Zonas con potencial apícola en las comunidades del municipio Santa Lucía

A partir de la combinación de factores: a) potencial por comunidad por especies melíferas, b) potencial climático, c) potencial por cobertura y usos de la tierra, d) potencial por pecoreo y disponibilidad de alimentos y e) elementos restrictivos, se derivó una zonificación del potencial apícola global para el municipio.

De manera general se determina que 76.57 km² (7,657 ha), es decir el 64% del municipio presenta potencial para la actividad apícola. De los cuales, 8.99 km² (899 ha) o 7.5% corresponden a un potencial alto, 44.96 km² (4,496 ha) o 37% a potencial moderado y 24.30 km² (2,430 ha) o 19.5% a potencial bajo.

Las zonas de potencial alto se conforman por áreas boscosas en sectores del municipio con precipitaciones promedio menores a 1,700 mm/año, con valores altos en riqueza y abundancia de especies melíferas de períodos de floración prolongados mayores a 6.5 meses, ubicados a no más de 300 m con respecto a un camino. Estas zonas se encuentran con mayor concentración al Sur del municipio, en las comunidades El Orégano y Santo Domingo; en menor medida al Norte del municipio en las comunidades El Plan y Chicolapa.

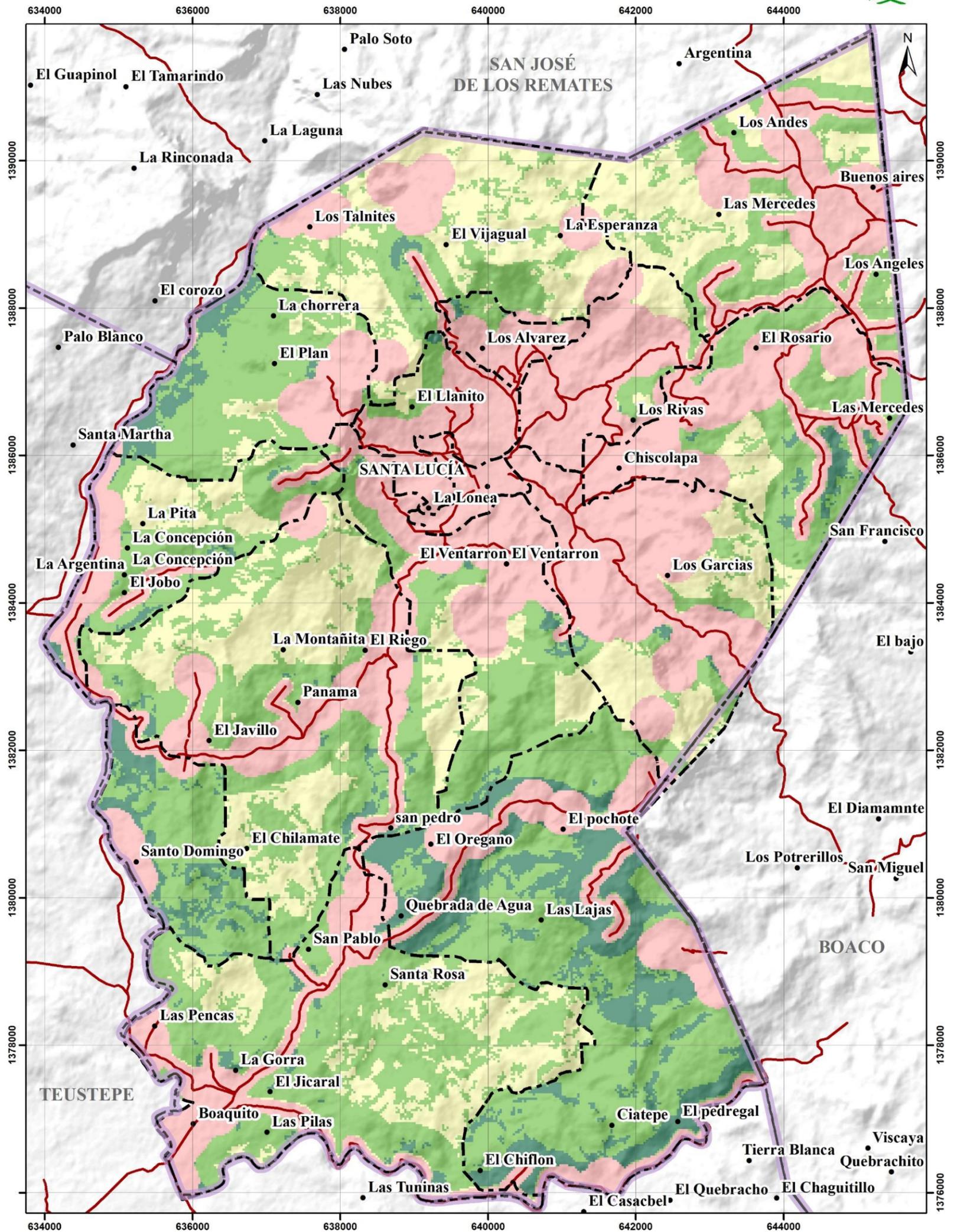
Las zonas de potencial moderado se conforman por espacios naturales de bosques, vegetación en transición (tacotal) o arbustos en climas con precipitaciones promedio de rango amplio entre 1,300 a 1,900 mm/año, con parámetros altos de abundancia y riqueza variada de especies melíferas, pero períodos de floración variados, aunque usualmente limitados a 6.5 meses, ubicados en un rango de pecoreo no mayor a 500 m de la colmena. Estas zonas se distribuyen por todo el municipio. Algunas presentan un potencial alto por ser áreas boscosas con presencia de especies melíferas, contrarrestado por la distancia de pecoreo mayor a 300 m. Otras se ubican a menos de 300 m con respecto a vías de acceso, pero corresponden a vegetación secundaria.

Las zonas de potencial bajo se conforman principalmente por áreas de pastos naturales o cultivos, en climas con precipitaciones promedio de rango amplio entre 1,300 a 1,900 mm/año, con parámetros bajos de abundancia y/o riqueza de especies melíferas con períodos de floración limitados a 6.5 meses, ubicadas a distancias de pecoreo mayores a 500 m. Si bien se distribuyen

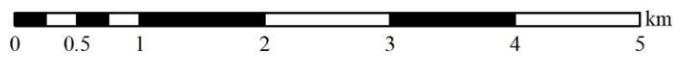
en todo el municipio presentan una mayor concentración en las comunidades El Vijagual, Las Mercedes, El Riego, Los García y Boaquito.

Las zonas de potencial bajo y moderado pueden mejorarse ya sea enriqueciendo la diversidad de los ecosistemas a través de la introducción de especies melíferas con períodos de floración prolongados o por el acondicionamiento o ampliación de la red vial (según sea el caso).

ZONIFICACIÓN DEL POTENCIAL APÍCOLA DE LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO SANTA LUCÍA



- LEYENDA**
- Límite municipal
 - Límite de comunidad
 - Red vial
 - Sin potencial apícola
44.30 km² (36%)
 - Potencial apícola bajo
24.30 km² (19.5%)
 - Potencial apícola moderado
44.96 km² (37%)
 - Potencial apícola alto
8.99 km² (7.5%)



Esferoide_WGS 1984
 Sistema de referencia: Universal Transversal de Mercator
 Datum horizontal: WGS 1984 Z16N
 Diseño y edición: Joel Ruiz (2020)

El presente mapa representa la zonificación potencial apícola de las comunidades de Santa Lucía en base a la combinación de factores biofísicos y restricciones que limitan el desarrollo de la actividad. Dentro de los factores biofísicos se incluyeron condiciones climáticas, distribución de especies melíferas y vuelo de pecoreo de la abeja. En los elementos restrictivos se incluyeron distancia a zonas pobladas y margen de seguridad con respecto a la red vial.



Fuente de datos:
 Mapa base (INETER, 1988)
 Comunidades (INIDE, 2005)
 zonificación potencial apícola
 (Ruiz J., 2020)

Figura 177. Determinación de áreas con potencial apícola

V. CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que el municipio es apto para la apicultura desde un punto de vista climático, aunque las comunidades presentan una aptitud diferenciada debido a la disponibilidad de alimentos, vías de acceso y cercanía a áreas pobladas.

Las comunidades de Santo Domingo y El Orégano son las de mayor potencial melífero, considerando condiciones biofísicas, parámetros de riqueza, abundancia y periodos de floración de enero a septiembre.

Las comunidades Las Mercedes, Los Álvarez y Los Rivas, son las que tienen potencial bajo, debido a condiciones de mucha humedad y proximidad a las áreas pobladas, aunque presenten una riqueza alta y una abundancia moderada de especies melíferas.

En las comunidades El Riego, Boaquito y el Ventarrón, se puede incrementar el potencial apícola incorporando especies melíferas a sistemas agrícolas y agroforestales existentes. Otra manera de incrementar el potencial apícola en las comunidades es ampliar y mejorar las condiciones de la red vial.

VI. RECOMENDACIONES

- Implementar un plan de reforestación con especies de flora melífera en las áreas deforestadas, pero que tienen aptitud de alta a moderada para el desarrollo de la apicultura.
- Mejorar las vías de acceso para incrementar el potencial apícola de las comunidades
- Establecer especies de flora nativas desaparecidas y que garanticen la floración desde la segunda quincena de septiembre hasta diciembre.
- Tomar en cuenta este tipo de estudios al momento de hacer ordenamiento territorial ya que esta actividad constituye una de las principales fuentes de ingresos de muchas familias en el municipio.
- Difundir esta información a nivel de asociación de productores apícolas para mejorar la práctica, rendimientos y reducir pérdidas.
- Replicar este estudio en otras zonas con potencial melífero y potencial apícola
- A partir de esta investigación diseñar un manual con la metodología de tal manera que se facilite su uso y replica.

VII. LITERATURA CITADA

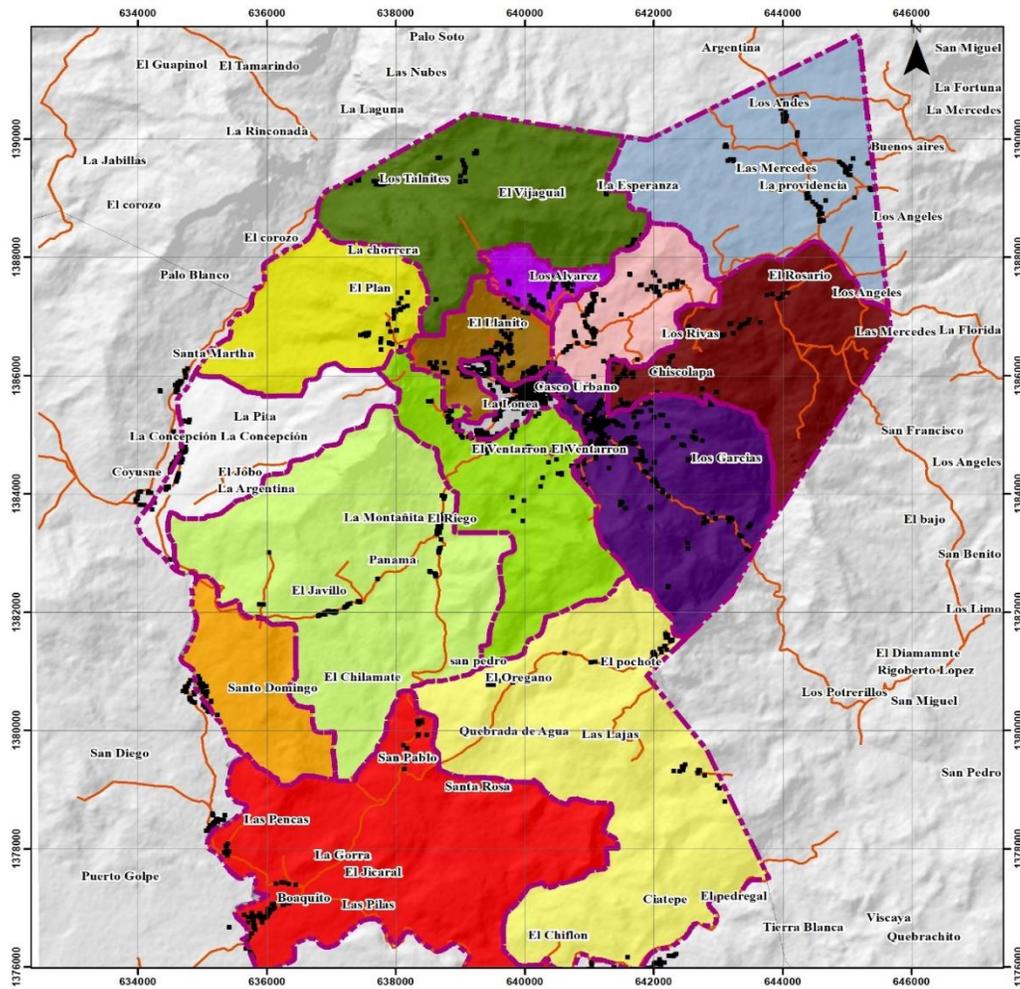
- Chavarría S., Mercado M., G. A., & Serrano G., J. F. (2017).** Plan Estratégico de Desarrollo Turístico Sostenible para el Municipio de Santa Lucía, departamento de Boaco, en el período de agosto 2016-febrero 2007. Título de Licenciatura, Managua.
- COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación), AMUNIC (Asociación de Municipios de Nicaragua). (2001).** Análisis de Riesgos y Propuesta del Plan Municipal de Reducción de Desastres. Noviembre 2001.
- Duttmann, C., & Castillo, G. L. (2013).** La Apicultura y Factores que influyen en la producción, calidad, inocuidad y comercio de la miel. León, Nicaragua.
- ESRI. (2020).** Arcgis help Iso Cluster tool. Recuperado de <http://gisserver.domain.com:6080/arcgis/manager>
- Fick, SE y RJ Hijmans (2017).** Worldclim 2: nuevas superficies climáticas de resolución espacial de 1 km para áreas terrestres globales. Revista Internacional de Climatología.
- Gómez, I., & Rubio, M. E. (2016).** El polen apícola como herramienta en el declive de las abejas. Trabajo de fin de grado.
- González M. E., Jurado E., González E S., Aguirre, Ó.C, Jiménez, P. &Navar J. (2003)** Cambio climático mundial origen y consecuencias. Universidad Autónoma de Nuevo León Monterey México, 377-385.
- INETER. (2015).** Mapa de cobertura y uso de Nicaragua. 2015.Esc. 1: 750,000. Color
- Juárez Rivera, N. Y., & Barrera, E. A. (2007).** Plan de desarrollo urbano para la ciudad de Santa Lucia, Departamento de Boaco, Para el periodo 2007-2022. Managua.
- Lamprecht, H. (1990).** Silvicultura en los trópicos. Ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido.trad. A. carrillo

- Lester O., J. (2003).** Información estadística del sector Agropecuario, Estructura agraria municipal, Uso potencial del suelo, Uso del agua en la Agricultura por Municipio. INIDE-MAGFOR, Boaco. Nydia Icaza Espinoza.
- MONZON, V. (1998).** *Biología de Osmia cornuta L (Hymenoptera; Megachilidae) y su utilización como polinizador de peral (Pyrus communis).* Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, España, Bellatierra. 112 p.
- Morales, j. C. (2013).** Información estadística del sector agropecuario, estructura agraria municipal, uso potencial del suelo, uso del agua en la agricultura por municipio. MAGFOR, Boaco.
- PHILIPPE, J. (1989).** Guía del apicultor. Madrid. Mundi prensa. 376 p.
- Paizano Potoy, I., y Vidaurre Arias, A. (Noviembre de 2019).** Productores apícolas administran 3,000 colmenas en Boaco. mielimperialometepe.
- Ramos, O. S. (2018).** Evaluación de las potencialidades melíferas en el municipio de Artemisa. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR, GEOGRAFÍA, La Habana.
- Rivas, M. 2019.** En las zonas más húmedas y frescas del municipio, la producción disminuye y la miel pierde calidad porque se diluye debido a la humedad presente en el ambiente

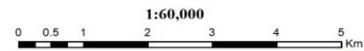
VIII. ANEXOS

Zonificación de áreas con potencial melífero para la apicultura en el municipio de Santa Lucía, departamento de Boaco 2019

Comunidades del Municipio de Santa Lucía departamento de Boaco



LEYENDA	
Comunidades	
Casco Urbano 0.95Km ²	El Vijagual 10.13Km ²
Boaquito 15.94Km ²	La Concepción 5.51Km ²
Chicolapa 8.88Km ²	Las Mercedes 10.77Km ²
El Llanito 2.81Km ²	Los Alvarez 1.32Km ²
El Oregano 17.91Km ²	Los Garcias 9.22Km ²
El Riego 16.65Km ²	Los Rivas 4.02Km ²
El Ventarrón 7.79Km ²	Santo Domingo 4.38Km ²
	El Plan 6.21Km ²
Viviendas	Red vial
Limite comunal	



Fuente de Datos:
Municipio, INETER (1988), Comunidades, INIDE (2005)
Usos de suelo (INETER, 2015), aptitud apícola (elab. propia)

Universal Transversa de Mercator
WGS84 UTM Zona 16N

Elaborado por: Joel Ruiz Garcia (22/08/19)



ANEXO 1. Comunidades del Municipio de Santa Lucía

Formato de colecta de datos de flora melífera en el municipio de Santa Lucia.

Departamento de Boaco.

Sitio _____ Anotador _____ Fecha _____

Estrato _____ No de parcela _____ Baqueano _____

Coordenadas X _____, Y _____

Nombre del árbol o arbusto	Tipo de formación vegetal	Época de floración	Especie de abejas que alimenta	Otros usos

Observaciones

ANEXO 2. Formato para el levantamiento de flora melífera

Formato de entrevistas a apicultores en el municipio de Santa Lucia. Departamento de Boaco.

Nombre del productor _____, Comunidad _____

Fecha _____ Coordenadas X _____, Y _____

¿En qué comunidad hacen la Trashumancia y en qué periodo?

¿Qué especies de árboles y arbustos priorizan para la alimentación de las abejas?

¿Qué especies de abejas identificaron y con cuales son las que trabajan?

¿Requerimiento de precipitación, temperatura velocidad del viento?

¿Principales problemáticas de la trashumancia?

¿Principales causas de la migración de la abeja?

¿Cuáles son las principales restricciones de la abeja en cuanto a poblados y vías de acceso?

ANEXO 3. Formato para realizar entrevistas a los apicultores

Abeja (Africanizada)	Humedad Relativa	Temperatura	Precipitación	Velocidad del Viento	Elevación
Maxima	75	35	>3000mm/año	28km/h	2000msnm
Minima	65	18		0km/h	0msnm

ANEXO 4. Requerimientos de hábitat de la abeja Apis melífera

Especies y periodo de floración encontradas por cada comunidad del municipio de Santa Lucia

Comunidad	Especie	Calendario Floral	Código	Nombre Científico	Nombre Común
El Llanito	4,3,6,5,1	Enero-1era. Quincena de Julio	1	<i>(Cordia alliodora)</i>	Laurel
Los Rivas	1,2,3,4,5	Enero-1era. Quincena de Julio	2	<i>(Citrus cinensis)</i>	Cítricos
Los García	6,2,3,4,5,7	Enero-1era. Quincena de Septiembre	3	<i>(Gliricidia sepium)</i>	Madero Negro
El Ventarrón	8,4,9,10,1,2,7	Enero-1era. Quincena de Septiembre	4	<i>(Guazuma ulmifolia)</i>	Guácimo
Boaquito	4,3,6,5	Enero-1era. Quincena de Julio	5	<i>(Bursera simarouba)</i>	Jiñouabo
El Riego	11,3,1,12	Enero-1era. Quincena de Julio	6	<i>(Tabebuia chrysantha)</i>	Cortez
Chicolapa	4,5,1,3,7,2	Enero-1era. Quincena de Septiembre	7	<i>(Tithonia diversifolia)</i>	Frijolillo

El Oregano	12.3.5.4.6.1.7	Enero-1era. Quincena de Septiembre	8	<i>(Melicoccus bijugatus)</i>	Mamon
Santo Domingo	12,3,5,4,11,13,1,7	Enero-1era. Quincena de Septiembre	9	<i>(Calycophyllum candidissimum)</i>	Madroño
Las Mercedes	2,3,4,1,6	Enero-1era. Quincena de Julio	10	<i>(Tamarindus indica)</i>	Tamarindo
El Vijagual	2,3,4,1,5,13	Enero-1era. Quincena de Julio	11	<i>(Crescentia alata)</i>	Jícaro
La Concepción	11,3,5,4,12,1	Enero-1era. Quincena de Julio	12	<i>(Cordia dentata)</i>	Tigüilote
El Plan	2,3,4,1,5,6,7	Enero-1era. Quincena de Septiembre	13	<i>(Pithecellobium saman)</i>	Jenízaro
Los Alvarez	2,3,4,1,5,13,7	Enero-1era. Quincena de Septiembre			

ANEXO 5. Especies y periodo de floración de las especies encontradas

Registro de las especies encontradas por cada comunidad

Comunidad	Especies de flora	Forma de registro
Chicolapa	Guácimo Jiñocua Laurel Madero Negro Frijolillo Naranja	Parcelas 20*25
El Orégano	Tigüilote Madero Negro Jiñocua Guácimo Cortez Laurel Frijolillo	Parcelas 20*25
Santo Domingo	Tigüilote Madero Negro	Parcelas 20*25

	<p>Jiñocua</p> <p>Guácimo</p> <p>Jícaro</p> <p>Jenízaro</p> <p>Laurel</p> <p>Frijolillo</p>	
Las Mercedes	<p>Cítricos</p> <p>Madero Negro</p> <p>Guácimo</p> <p>Laurel</p> <p>Cortez</p>	Parcelas 20*25
El Vijagual	<p>Cítricos</p> <p>Madero Negro</p> <p>Guácimo</p> <p>Laurel</p> <p>Jiñocua</p> <p>Jenízaro</p>	Parcelas 20*25
El Llanito	Guácimo	Parcelas 20*25

	Madero Negro Cortez Jiñocua Laurel	
La Concepción	Jicaro Madero Negro Jiñocua Guácimo Tiguilote Laurel	Parcelas 20*25
El Plan	Cítricos Madero Negro Guácimo Laurel Jiñocua Cortez Frijolillo	Parcelas 20*25
Los Alvares	Cítricos	Parcelas 20*25

	Madero Negro Guacimo Laurel Jiñocua Genizaro Frijolillo	
Los Rivas	Laurel Naranja Madero Negro Guácimo Jiñocua	Parcelas 20*25
Los García	Cortez Mandarina Madero Negro Guácimo Jiñocua Frijolillo	Parcelas 20*25
El Ventarrón	Mamon	Parcelas 20*25

	<p>Guácimo</p> <p>Madroño</p> <p>Tamarindo</p> <p>Laurel</p> <p>Naranja</p> <p>Frijolillo</p>	
Boaquito	<p>Guácimo</p> <p>Madero Negro</p> <p>Cortez</p> <p>Jiñocua</p>	Parcelas 20*25
El Riego	<p>Jícara</p> <p>Madero Negro</p> <p>Laurel</p> <p>Tigüilote</p>	Parcelas 20*25

ANEXO 6. Especies encontradas y técnica de registro

Periodo de floración de las especies de flora registradas por cada comunidad

Comunidad	Especies de flora	Rango de Tiempo de Floración
Chicolapa	Guácimo Jiñocua Laurel Madero Negro Frijolillo Naranja	Enero-1era. Quincena de Septiembre
El Orégano	Tigüilote Madero Negro Jiñocua Guácimo Cortez Laurel Frijolillo	Enero-1era. Quincena de Septiembre
Santo Domingo	Tigüilote Madero Negro	Enero-1era. Quincena de Septiembre

	<p>Jiñocua</p> <p>Guácimo</p> <p>Jícaro</p> <p>Jenízaro</p> <p>Laurel</p> <p>Frijolillo</p>	
Las Mercedes	<p>Cítricos</p> <p>Madero Negro</p> <p>Guácimo</p> <p>Laurel</p> <p>Cortez</p>	Enero-1era. Quincena de Julio
El Vijagual	<p>Cítricos</p> <p>Madero Negro</p> <p>Guácimo</p> <p>Laurel</p> <p>Jiñocua</p> <p>Jenízaro</p>	Enero-1era. Quincena de Julio

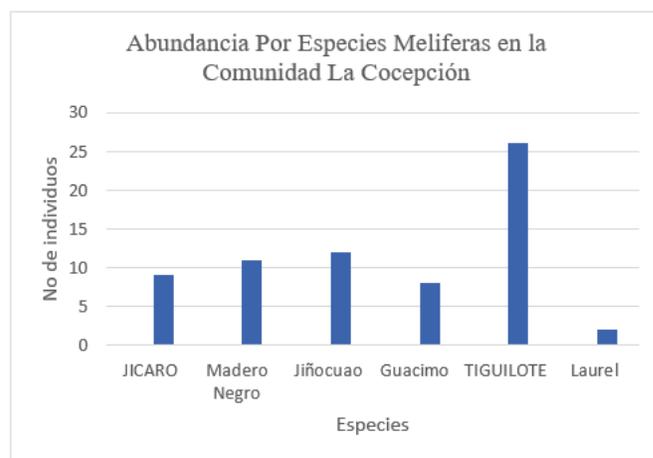
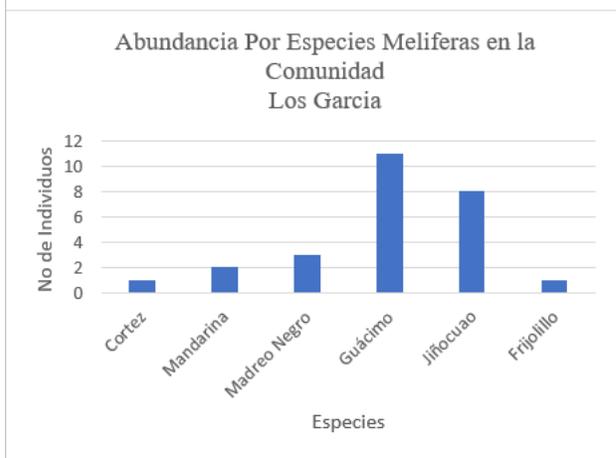
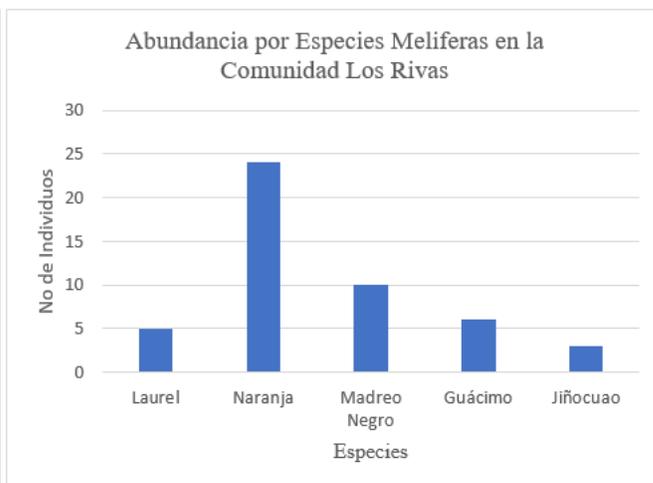
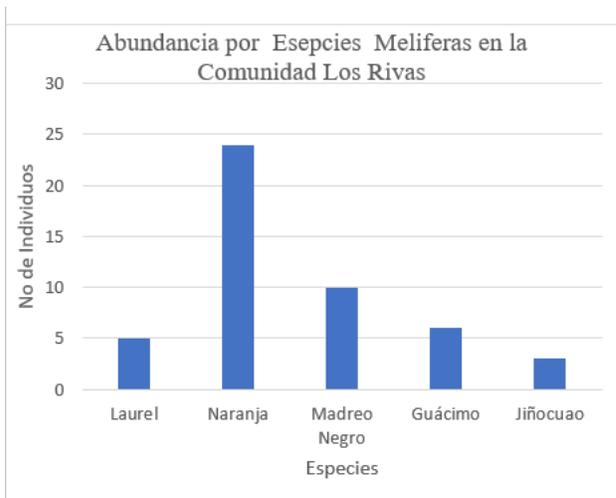
El Llanito	<p>Guácimo</p> <p>Madero Negro</p> <p>Cortez</p> <p>Jiñocuao</p> <p>Laurel</p>	Enero-1era. Quincena de Julio
La Concepción	<p>Jicaro</p> <p>Madero Negro</p> <p>Jiñocuao</p> <p>Guácimo</p> <p>Tigüilote</p> <p>Laurel</p>	Enero-1era. Quincena de Julio
El Plan	<p>Cítricos</p> <p>Madero Negro</p> <p>Guácimo</p> <p>Laurel</p> <p>Jiñocuao</p> <p>Cortez</p> <p>Frijolillo</p>	Enero-1era. Quincena de Julio

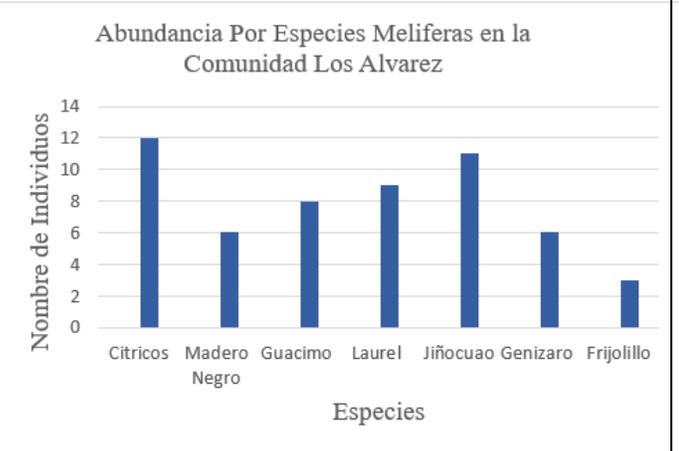
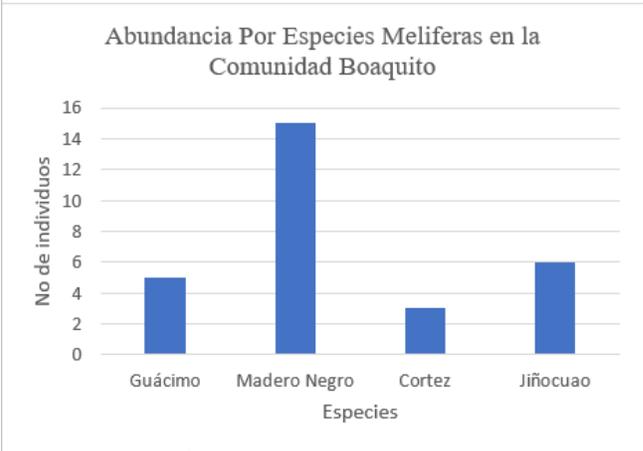
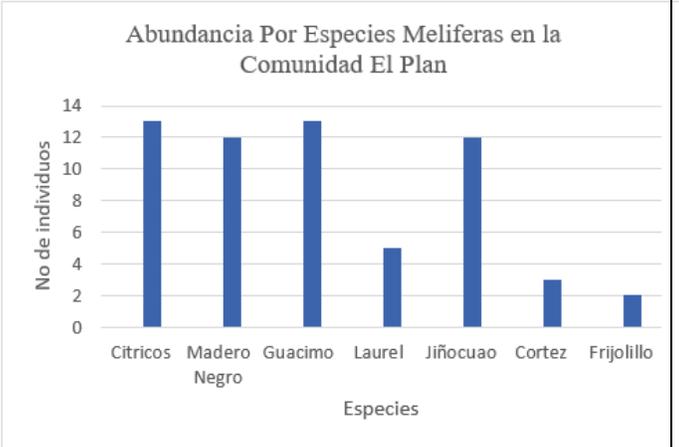
Los Alvares	Cítricos Madero Negro Guácimo Laurel Jiñocuo Genizaro Frijolillo	Enero-1era. Quincena de Julio
Los Rivas	Laurel Naranja Madero Negro Guácimo Jiñocuo	Enero-1era. Quincena de Julio
Los García	Cortez Mandarina Madero Negro Guácimo Jiñocuo Frijolillo	Enero-1era. Quincena de Septiembre

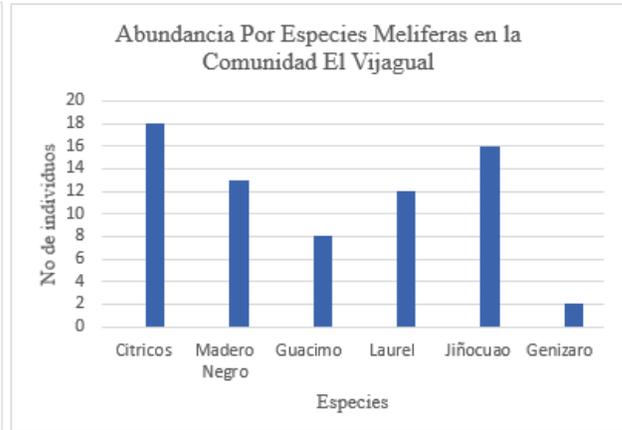
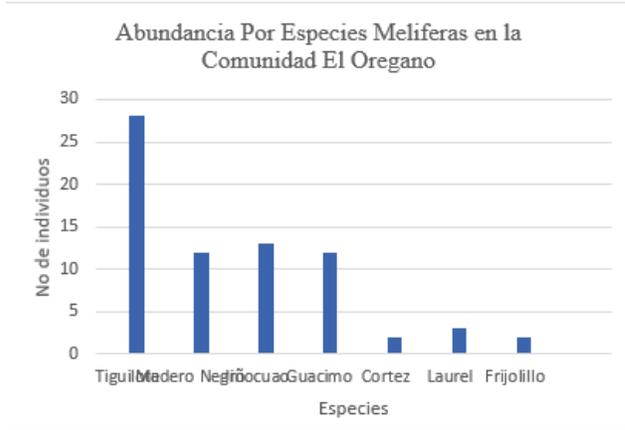
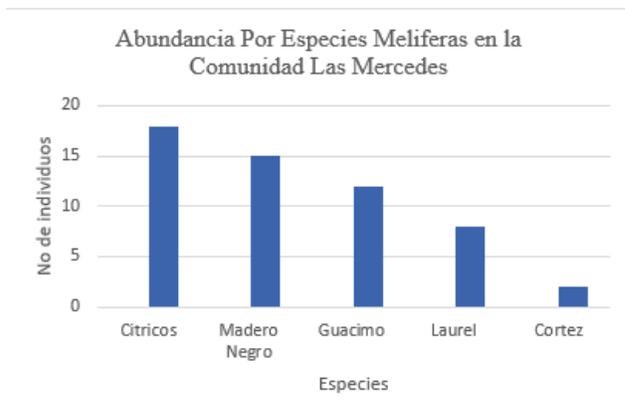
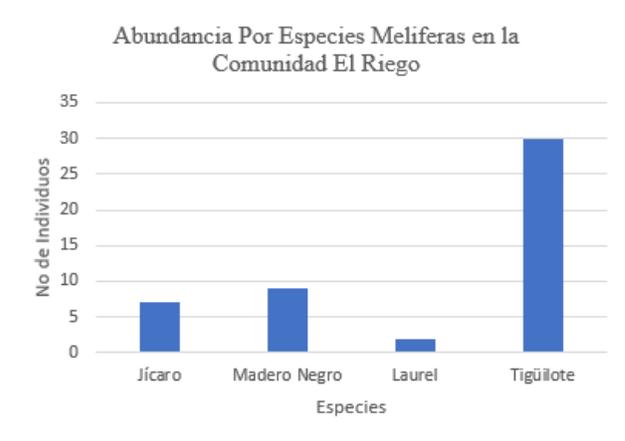
El Ventarrón	Mamon Guácimo Madroño Tamarindo Laurel Naranja Frijolillo	Enero-1era. Quincena de Septiembre
Boaquito	Guácimo Madero Negro Cortez Jiñocua	Enero-1era. Quincena de Julio
El Riego	Jícaro Madero Negro Laurel Tigüilote	Enero-1era. Quincena de Julio

ANEXO 7. Periodo de floración de las especies de flora registradas.

Abundancia por cada una de las especies de flora registradas por cada comunidad







ANEXO 8. Abundancia de individuos por especie de flora registrada

