

Variación interanual de la floración y visita de abejas en cuatro especies de árboles de **bosque seco** en República Dominicana

Tomas May¹

Resumen

Entre septiembre 2010 a agosto 2013, en los municipios Bánica y Pedro Santana, en el suroeste de la República Dominicana, se realizaron observaciones de la floración de cuatro especies de interés apícola presentes en el bosque seco de la República Dominicana: *Guaiaacum officinale*, *Bursera simaruba*, *Acacia scleroxylon* y *Zizyphus rignonii*. Durante los tres años, el momento de inicio de la floración no varió o solamente varió en una o dos quincenas. La proporción de árboles que llegaron a florecer disminuyó sensiblemente en los 2012 y 2013, período con época seca muy intensa. La intensidad de la visita de abejas en las flores también disminuyó en ese período. Además, la duración de la floración de *Bursera simaruba* y *Acacia scleroxylon* fue afectada negativamente por un exceso de lluvia de marzo a mayo 2012. Como recomendación de amortiguamiento al cambio climático, se recomienda mantener una

Abstract

During three consecutive years, from September 2010 to august 2013, in the municipal territories of Bánica and Pedro Santana, in the south west of the Dominican Republic, observations of the flowering of four tree species of apicultural interest in the dry forest of Dominican Republic (*Guaiaacum officinale*, *Bursera simaruba*, *Acacia scleroxylon* and *Zizyphus rignonii*) were made. During the three years of observation, the moment of beginning of flowering did not vary or varied only in an amount of one or two fortnights. The proportion of the trees which flowered diminished markedly in 2012 - 2013, period with an intense dry season. Intensity of visits of flowers by bees also diminished in this moment. Length of flowering period of *Bursera simaruba* and *Acacia scleroxylon* was affected negatively by an excess of rain from March to May 2012. As an adaptation to changing climate, we were recommended to maintain a diversity of species

1. Universidad Estatal Amazónica (UEA); Vía a Napo km 2½, paso lateral, Puyo, Provincia Pastaza, Ecuador; may_gutierreztr@yahoo.es - tmay@uea.edu.ec

diversidad de especies vegetales de interés apícola con diferentes épocas de floración.

Palabras clave: precipitación, fenología floral, plantas de interés apícola, *Guaiaecum officinale*, *Bursera simaruba*, *Acacia scleroxylon*, *Zizyphus rignonii*, bosque seco, República Dominicana.

Introducción

Una de las formas tradicionales de uso de los bosques secos dominicanos, además de la extracción de leña para aprovechamiento directo y producción de carbón y del corte de árboles para productos no maderables como tintes (Rodríguez, 1996), es la apicultura. Desde el punto de vista de conservación de los recursos naturales, criar abejas y utilizar sus productos como miel, polen y propóleos tiene la ventaja que la biomasa extraída es mínima, por lo que el impacto directo en el ecosistema es muy reducido. En este sentido, García y Alba (1989) recomiendan la apicultura como una forma de uso amigable con la diversidad biológica, en las áreas de bosque seco en la República Dominicana.

La producción biológica en el ecosistema de bosque seco tropical no es constante en el tiempo sino se caracteriza por pulsos (Matteuci y Colma, 1997), los cuales son condicionados fundamentalmente por la disponibilidad de agua, acorde a la secuencia de estaciones secas y lluviosas. A estas pulsaciones que básicamente siguen un ritmo circa-anual se sobrepone una irregularidad de variabilidad interanual. Observaciones de campo indicaron que además de la producción de biomasa también los procesos reproductivos de floración y fructificación son afectados por la variabilidad de las condiciones hídricas en el tiempo.

Es de esperar que la variación de la floración, tanto anual como interanual, incida en el estado y en la producción de las colmenas. Apicultores de la zona de bosque seco en la Línea Noroeste de la República Dominicana señalan que, la cantidad de miel que se puede cosechar de *Prosopis juliflora* en una temporada determinada está relacionada con las precipitaciones caídas durante la época de floración (May y Rodríguez, 2012 a). Por tanto, es de interés práctico comparar los datos de varios años y detectar si hay relaciones entre las precipitaciones y las floraciones de las especies de plantas, de interés apícola y la visita de las abejas. Los resultados pueden ayudar a diseñar medidas para amortiguar la inconstancia de los recursos florales en el tiempo, lo que podría ser de especial interés con miras a un probable aumento de la variabilidad de las precipitaciones con el cambio climático (Conde-Álvarez y Saldaña-Zorilla, 2007).

of interest for bee keeping, with different moments of flowering.

Key words: precipitation, floral phenology, bee plants, *Guaiaecum officinale*, *Bursera simaruba*, *Acacia scleroxylon*, *Zizyphus rignonii*, dry forest, Dominican Republic.

El objetivo del presente trabajo fue comparar los datos de observaciones de floración de cuatro especies de árboles durante tres años con los datos de precipitaciones mensuales correspondientes, en una zona del Suroeste de la República Dominicana. También se tomó en consideración la intensidad de la visita de las abejas en las flores y la densidad de los recursos florales en el espacio. Además, se discuten aspectos ecológicos y necesidades de conservación desde el punto de vista de la apicultura y se desarrollaron propuestas para el manejo.

Materiales y métodos

Zona de estudio: está ubicada en la parte suroeste de la República Dominicana, en la Provincia de Elías Piña, en los municipios de Bánica y Pedro Santana. Se encuentra en el límite del extremo suroccidental de la Cordillera Central y del Valle de San Juan. Las coordenadas geográficas de los pueblos cabeceros de los municipios son de 19° 04' 52 N - 71° 42' 16 W en Bánica y 19° 06' N - 71° 42' W Pedro Santana. El relieve es ondulado y las altitudes varían entre 300 msnm y 500 msnm. No hay estaciones climatológicas en la zona, la estación más cercana es la de Las Matas de Farfán, a unos 20 km hacia el sureste de la zona, con precipitaciones medias anuales de 1165,6 mm, La presencia de especies de árboles como *Acacia macracantha*, *Acacia scleroxylon*, *Bursera simaruba*, *Capparis* spp., *Guaiaecum officinale* y *Prosopis juliflora* indica condiciones de bosque seco, a pesar de que según los criterios de Holdridge (1982), la precipitación media anual se encuentra arriba del límite del bosque seco y la clasifica como bosque húmedo. Según el registro de la estación de Las Matas de Farfán existe un período seco en invierno, con precipitaciones medias mensuales de 19,9 mm en diciembre, 17,9 mm en enero y 24,3 mm en febrero. En los demás meses del año, las precipitaciones medias se encuentran por arriba de los 50 mm, con el máximo en mayo con 185,8 mm y otro máximo secundario en octubre con 166,1 mm.

Según estudios sobre las especies de interés apícola en la zona de bosque seco de la Línea Noroeste de la República Dominicana (May y Rodríguez, 2012 a; 2012 b), la fase desde el final de la época seca y el inicio de la época de lluvias, entre los meses de marzo a junio, es la época de abundancia de floración y de producción

de miel, con un máximo de floración en mayo, mientras que durante los meses de septiembre a diciembre hay escasez de flores aprovechables por las abejas.

Las cuatro especies de árboles seleccionadas para el presente estudio son de importancia apícola en las zonas de bosque seco de República Dominicana (Marcano, 1974; May y Rodríguez, 2012 a; May y Rodríguez, 2012 b). A continuación se describen brevemente sus características más importantes de distribución, fisonomía y ecología.

Acacia scleroxylon Tussac (“candelón”) es endémica de la isla de La Española, aunque su área de distribución dentro de este territorio es amplia y se extiende a una gran parte de las áreas de bosque seco de la República Dominicana y la vecina República de Haití, así como a algunas partes más húmedas de la isla con predominancia de suelos superficiales (García, Mejía, Peguero, Salazar, y Jiménez, 2002; García y Mejía, 2008; Mejía, Pimentel, y García, 2011). Es una especie de hojas pinnadas, perennes, que sin embargo puede perder una parte considerable de sus hojas en la época seca.

Bursera simaruba (L.) Sarg. (“almácigo”) es una especie de distribución amplia cuya área comprende México, América Central, el Norte de Suramérica y el Caribe. En la República Dominicana su área de distribución es extensa y comprende los bosques secos del sur, los bosques secos de la línea noroeste y áreas rocosas con predominancia de suelos superficiales en zonas con clima más húmedo en otras partes del país (García et al., 2002; García y Clase, 2002; Mejía et al., 2011; Salazar, Peguero, y Veloz, 2000). En la zona del presente estudio, la especie es utilizada para cercas vivas por su facilidad de reproducción por estacas (Geilfus, 1994) y por las hojas que son apreciadas como forraje por el ganado caprino. Entre las cuatro especies estudiadas aquí, es la única con hojas deciduas. De forma natural, en la zona del presente estudio abunda en los bosques en las partes superiores de las colinas, es poco frecuente en las partes bajas de las pendientes y prácticamente ausente en las hondonadas.

El área de distribución de *Guaiaecum officinale* L. (“guayacán”) se extiende por las Antillas Mayores, las Antillas Menores, y la zona costera caribeña de Colombia, Venezuela y Panamá (Francis, 1993). En la República Dominicana se encuentra en los bosques secos del sur y de la Línea Noroeste (García y Alba, 1989; García et al., 2007) y también en bosques de transición sobre rocas cársticas como en el Parque Nacional del Este (García et al., 2002). Es una especie siempre verde con hojas enteras, coriáceas y perennes. Por su lento crecimiento y por el corte para usos medicinales y madereros, esta especie fue considerada amenazada y forma parte del acuerdo CITES sobre comercio con especies amenazadas y vulnerables (Francis, 1993). Fue incluida en la lista de especies amenazadas en la República Dominicana publicada por Heredia, Salazar y Caminero (1998).

Zizyphus rignonii Delponte (“saona” o “saona de gente”) en el sur y en el Este de la República Dominicana, “sopaipo” en la Línea Noroeste) es una especie nativa de las islas La Española, Puerto Rico e Islas Vírgenes. En la República Dominicana está presente en los bosques secos de la zona Sur y de la Línea Noroeste,

García y Alba, 1989; García et al., 2007), y en bosques de transición sobre rocas calizas cársticas, como en el Parque del Este (García et al., 2002). Es una especie de hojas enteras, coriáceas y perennes.

Las observaciones sobre los porcentajes de las especies en flor se realizaron en poblaciones de cada especie que fueron definidas al inicio del estudio a través de un muestreo por orden de apariencia, con los siguientes criterios de inclusión: tamaño mayor de 3 m y buen estado fitosanitario según el aspecto externo. La ubicación fue anotada en forma de croquis. Se escogieron 68 individuos de *Acacia scleroxylon*, 54 individuos de *Bursera simaruba*, 94 de *Guaiaecum officinale* y 52 de *Zizyphus rignonii*. Las observaciones fenológicas se realizaron quincenalmente durante todo el período (Fournier y Charpentier, 1975). Se registró el número de individuos de las diferentes especies que estaban con flores visibles y abiertas.

Para estimar la intensidad de la visita de las abejas, en cada especie se realizaron observaciones de la actividad de pecoreo, de forma siguiente (May y Rodríguez, 2012 b): En los días de observación de la floración, en tres individuos de una determinada especie se contaron por lo menos diez veces las abejas pecoreando en las flores en áreas de 1 x 1 m² con presencia de flores, durante intervalos de tiempo de 15 segundos, Para cada especie y cada fecha de observación, se calculó el promedio de abejas por m² que estaban pecoreando. Se procuró realizar los conteos en diferentes partes de la planta: parte inferior y cuando fue posible la superior de la copa, parte expuesta al sol y sombreada.

Para detectar relaciones entre los datos de la fenología floral y las precipitaciones se utilizaron los datos de precipitaciones mensuales que fueron registrados en la estación Las Matas de Farfán de la Oficina Nacional de Meteorología de la República Dominicana (ONAMET) para el período de observaciones entre septiembre 2010 hasta agosto 2013. Para junio 2013 no hubo registro de la precipitación mensual, ni hubo registro en la próxima estación de la ONAMET en Elías Piña. Por lo tanto, se estimó el dato faltante a través del método de la razón de los valores normales.

Para estimar el aporte potencial de las cuatro especies a la producción de miel en cada uno de los tres años de observaciones, con sus respectivas condiciones de lluvia y de floración, se diseñó un índice semi-cuantitativo (Índice de aporte de la floración, IAF) para cada especie,

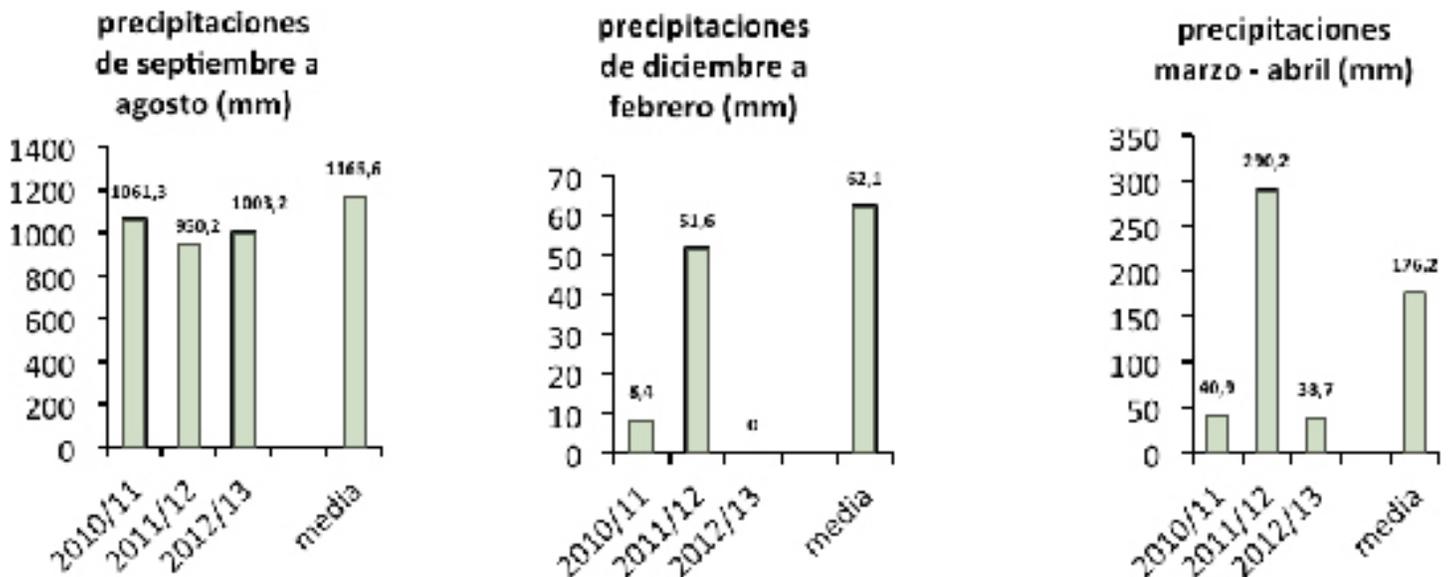


Figura 1: Precipitaciones en Las Matas de Farfán, durante diferentes fases del período de estudio. A la derecha ("media"): precipitación normal para las respectivas fases

Figure 1: Precipitation at Las Matas de Farfán during different time spans of the study period. At the right: normal precipitation for the respective time spans ("media")

que toma en cuenta el porcentaje de los árboles en flor (F), la intensidad de la visita de abejas (V), y la abundancia de la especie en el paisaje (A). Los valores de los primeros dos parámetros (F y V) se tomaron para cada quincena de los resultados de las observaciones y se multiplicaron el porcentaje de los árboles en flor con la intensidad de la visita de abejas (F*V). Los valores de ese producto (F*V) se sumaron (F1 * V1 + F2 * V2 ++Fn * Vn), representando los subíndices de 1 a n los valores observados en cada quincena. Finalmente, esta suma se multiplicó por el factor A que representa la abundancia de cada especie en el paisaje (A) : $IAF = A * (F1 * V1 + F2 * V2 + \dots + Fn * Vn)$. Se asignaron los siguientes factores A a las diferentes especies: *Acacia scleroxylon* - 2, *Bursera simaruba* - 3, *Guaiacum officinale* - 2, *Zizyphus rignonii* - 1. Estos valores están basados en la apreciación visual del autor de la frecuencia/abundancia de cada especie.

Resultados

Precipitación

La figura 1 resume los datos de precipitación para los diferentes períodos del estudio. Las precipitaciones más bajas en la estación de Las Matas de Farfán fue entre septiembre 2011 a agosto 2012, con 950,2 mm, mientras que en los dos otros períodos, la suma de precipitaciones fueron de 1061, 3 mm entre septiembre 2010 a agosto 2011 y de 1002,0 mm para septiembre 2012 a agosto 2013. El dato del último período es un valor aproximado, ya que el valor de las precipitaciones mensuales para junio 2013 no estaba disponible, y se substituyó por el

valor estimado según el método de la razón de los valores normales. Ese valor, de 98,8 mm, se encuentra por debajo de la precipitación normal de este mes, de 114,9 mm. El promedio de las precipitaciones anuales durante todo el período de observaciones fue de 1003,7 mm, lo que corresponde a 86,1% de la precipitación normal anual.

Durante la estación seca, de diciembre a febrero, los mayores valores de las precipitaciones se observaron en el período de 2011- 2012, con un total de 51,6 mm (83,1% del valor normal), mientras que en 2010 - 2011 cayeron 48,4 mm (77,9% del valor normal). En 2012 - 2013 no llovió nada durante los meses de diciembre a febrero, por lo que se puede considerar que la sequía fue excepcionalmente intensa durante ese período. Durante marzo y abril, que son los meses de transición de la estación seca hacia la estación lluviosa, en 2012 cayeron 290,2 mm, (165,7% del valor normal), mientras que en 2011 solamente se registraron 40,9 mm (23,2 del valor normal) y en 2013 cayeron 38,7 mm (22,0% del valor normal). Se puede afirmar que en 2010 - 2011 y en 2012 - 2013 esta época de transición fue más seca de lo normal, mientras que en 2011 - 2012 fue más lluviosa.

Floración

Guaiacum officinale

La floración y las visitas de abejas en *Guaiacum officinale*, junto con las precipitaciones mensuales durante el período de observaciones, de septiembre 2010 hasta agosto 2013, se presentan en la figura 2. En 2010 - 2011, la floración de esta especie empezó en la primera quincena de enero, con 13% de los árboles

observados en flor. El máximo de la floración se alcanzó en la primera quincena de febrero, cuando 73% de los árboles estaban floreciendo. En la segunda mitad de febrero, 44% de los árboles estaban en flor, y en la primera quincena de marzo la floración de *Guaiacum officinale* había pasado. En la segunda quincena de agosto de 2011, en 13% de los árboles observados se produjo una floración secundaria, irregular.

En 2011 - 2012, de igual manera la floración de *Guaiacum* empezó en la primera quincena de enero, con 12% de los árboles, para alcanzar el máximo en la primera quincena de febrero, con 73% de los árboles. En ese año, más lluvioso que el anterior en la época seca y la época de transición subsiguiente, el número de individuos en flor descendió a 67% en la segunda quincena de febrero, para volver a alcanzar un máximo secundario en la primera quincena de marzo con 71% de los árboles que estaban floreciendo. En la segunda mitad de marzo, aún se observaron 36% de los árboles en flor y en la primera quincena de abril la floración de *Guaiacum officinale* terminó. En la segunda quincena de junio y en la primera quincena de agosto de este año, se observaron menores floraciones secundarias e irregulares, con porcentajes de 11 y 12% de los árboles respectivamente.

En 2012 - 2013, como en los dos años anteriores, la floración de la especie comenzó en la primera quincena de enero, con 14% de los árboles en flor. En ese año, con una época seca muy marcada, el máximo se alcanzó en la primera quincena de febrero, con solamente 51% de los árboles en flor. Después de este momento, el número de árboles en flor descendió hasta un 9% de los individuos en flor en la primera quincena de marzo. En la segunda quincena de ese mes, la floración de *Guaiacum officinale* terminó. En la primera y en la segunda quincena de agosto 2013 se observó una segunda floración con 14 y 13% de los árboles respectivamente.

En 2010 - 2011 las abejas comenzaron a visitar las flores de *Guaiacum officinale* cuando empezó la floración en la primera quincena de enero, con una densidad de 2,4 individuos por m². En la fase siguiente, la intensidad de la visita de las flores por las abejas aumentó y alcanzó un máximo con 3,1 individuos por m² en la segunda quincena de febrero, hacia finales de la floración. En 2011 - 2012, de igual forma las visitas de las abejas en las flores de *Guaiacum officinale* comenzaron en la primera quincena de enero, con una densidad de 2,2 abejas por m². El máximo de la intensidad de la visita de abejas se observó en ese año en la primera quincena de marzo, en el momento del máximo secundario de la floración, con 6,1 individuos por m². En 2012 - 2013, las visitas de abejas en las flores en *Guaiacum officinale* empezaron de igual manera en la primera quincena de enero, cuando empezó la floración. Sin embargo, en ese momento solamente se observaron 0.8 abejas por m² y en el momento de mayor intensidad, en la primera

quincena de febrero, se observaron 2,2 abejas por m². En las floraciones secundarias, la intensidad de las visitas de abejas fue relativamente baja, de entre 0,5 y 1,7 individuos por m².

Bursera simaruba

En la figura 3 se presentan la floración y las visitas de abejas en *Bursera simaruba*, junto con las precipitaciones mensuales durante el período de observación. En 2010 - 2011 la floración de esta especie empezó en la primera quincena de febrero, con 19% de los árboles en flor, y el máximo se alcanzó en la segunda quincena de marzo, con 50% de los árboles en flor.

Mientras que en la primera quincena de abril 43% de los árboles aún estaban en flor, en la segunda mitad de este mes la floración de la especie ya había pasado. No hubo floración durante los demás meses del año.

En 2011 - 2012 la floración de *Bursera simaruba* empezó en la primera quincena de febrero, igual que en el año anterior y 19% de los árboles de esta especie estaban en flor. El máximo de la floración se observó en la segunda quincena de marzo, con 48% de los árboles. Sin embargo, en ese año, con una estación seca relativamente lluviosa, en la primera quincena de abril la floración de *Bursera simaruba* ya había pasado y se observó un vigoroso crecimiento del follaje en la mayor parte de los individuos. No hubo floración en algún otro momento del año.

En 2012 - 2013 la floración de *Bursera simaruba* igualmente empezó en la primera quincena de febrero, con 19% de los individuos en flor. En ese año, con período seco intenso, la floración llegó a su máximo en la primera quincena de marzo, con solamente 24% de los árboles de *Bursera simaruba* en flor, para disminuir esta proporción a 15% en la segunda mitad de ese mes. En la primera quincena de abril la floración de la especie había pasado. No hubo floración de *Bursera simaruba* en algún otro momento del año.

En 2010 - 2011 las abejas empezaron sus visitas de las flores de *Bursera simaruba* en la primera quincena de febrero, con una intensidad de 1,7 individuos por m². Durante el máximo de la floración en la segunda quincena de marzo las densidades de abejas observadas en las flores aumentó a 2,5 por m². Al final de la floración, en la primera quincena de abril, la densidad de abejas observadas en las flores de *Bursera* disminuyó a 0,6 por m². En 2011 - 2012, cuando las abejas empezaron sus visitas en las flores de *Bursera simaruba* en la primera quincena de febrero, se observó una densidad de 1,6 individuos por m², valor que aumentó a 1,8 individuos por m² en el momento del máximo de la floración en la segunda quincena de marzo. En 2012 -2013 la intensidad de la visita de las abejas al inicio de la temporada de floración en la primera quincena de febrero fue de 1,4 individuos por m², valor que se observó también en las dos quincenas siguientes, mientras que disminuyó a 0,2 abejas por m² en la segunda quincena de marzo.

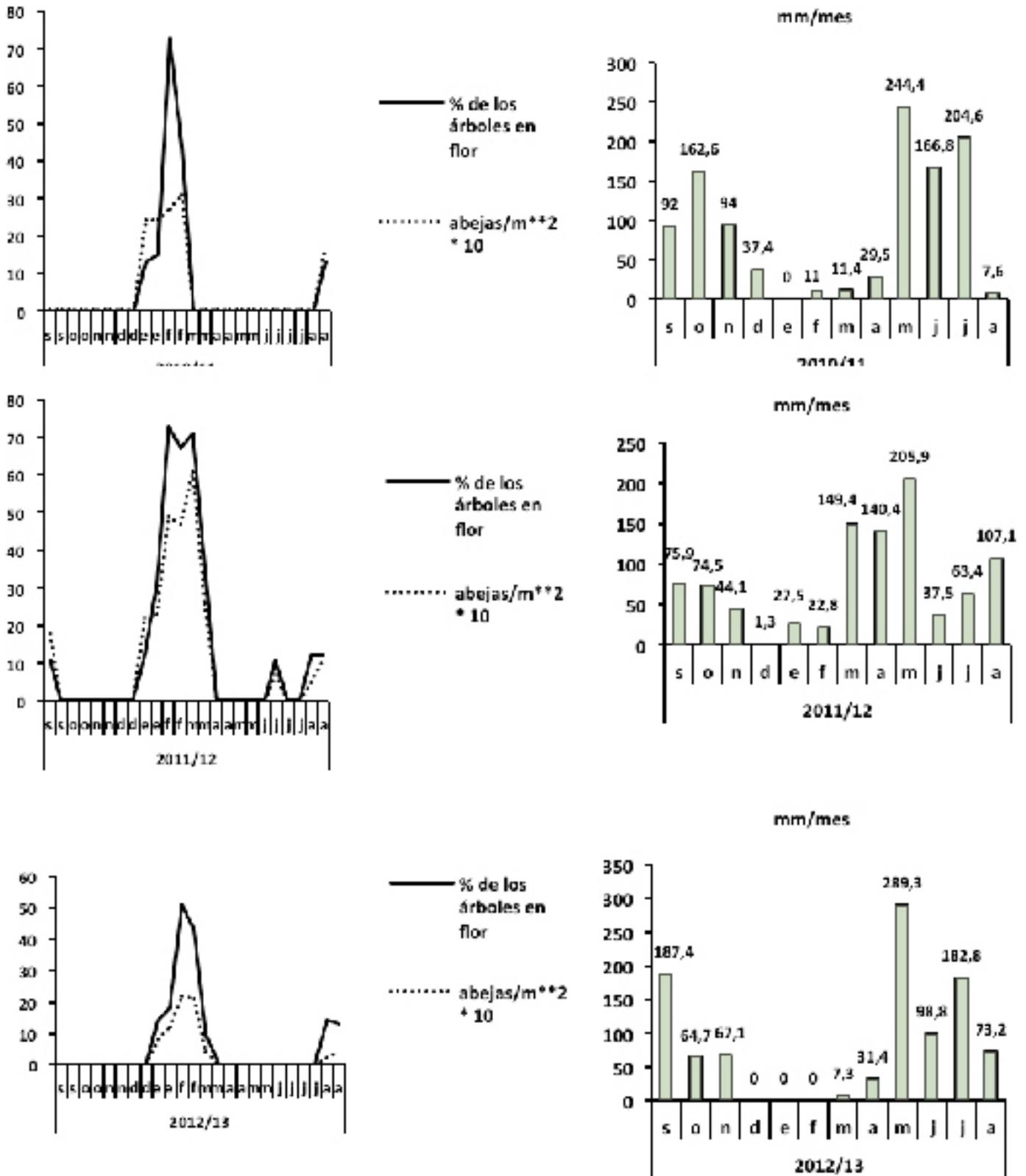
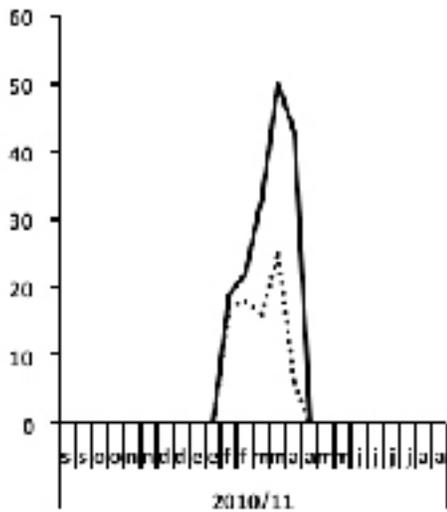
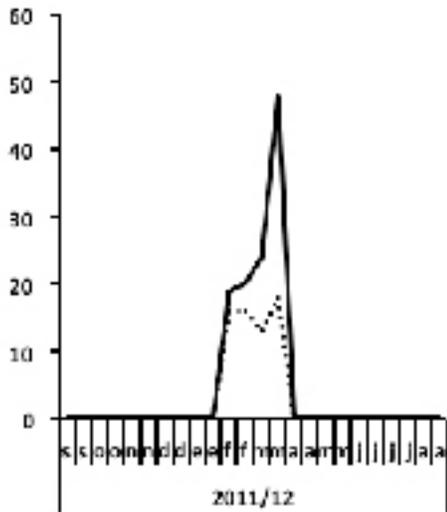
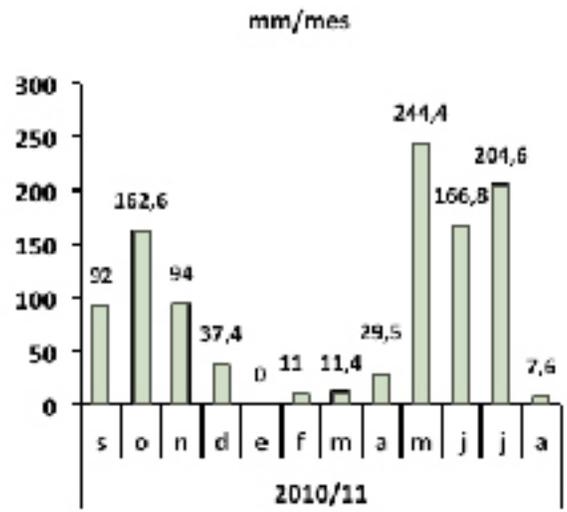


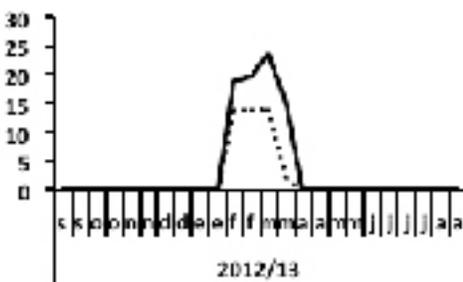
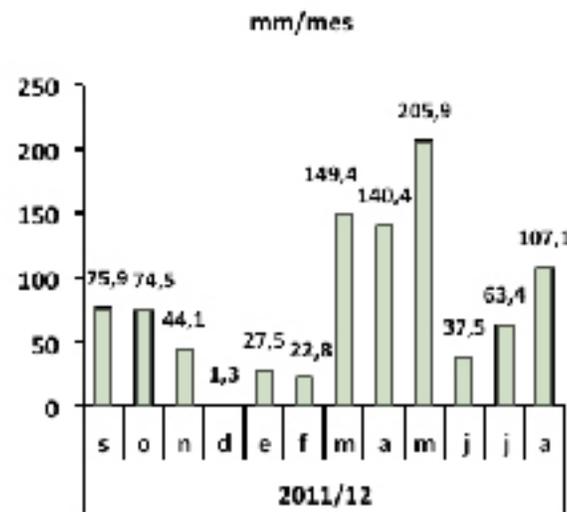
Figura 2. Floración y visita de abejas en *Guaiacum officinale* y precipitaciones mensuales durante los tres períodos de observación 2010/11, 2011/12 y 2012/13.
 Figure 2. Flowering and visit of bees in *Guaiacum officinale*, and monthly precipitations during the three periods of observation 2010/11, 2011/12 and 2012/13.



— % de los árboles en flor
 abejas/m² * 10



— % de los árboles en flor
 abejas/m² * 10



— % de los árboles en flor
 abejas/m² * 10

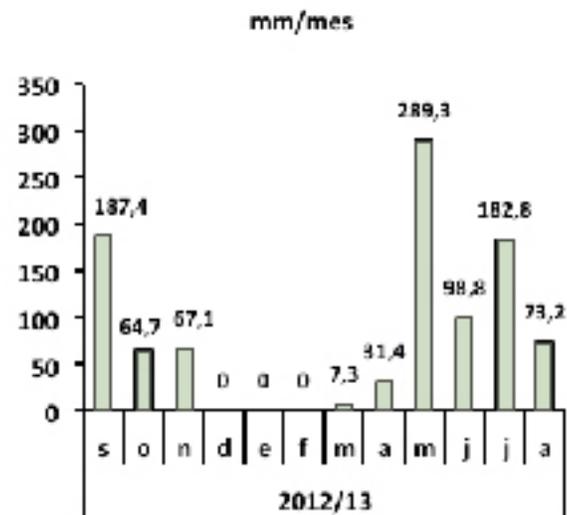


Figura 3. Floración y visita de abejas en *Bursera simaruba* y precipitaciones mensuales durante los tres períodos de observación 2010/11, 2011/12 y 2012/13
 Figure 3. Flowering and visit of bees in *Bursera simaruba*, and monthly precipitations during the three periods of observation 2010/11, 2011/12 and 2012/13

Acacia scleroxylon

En la figura 4 se presentan la floración y las visitas de abejas en *Acacia scleroxylon*, junto con las precipitaciones mensuales durante el período de observaciones. En 2010 - 2011 la floración de la especie empezó en la primera quincena de abril con 22% de los árboles; aumentó posteriormente el número de árboles en flor hasta alcanzar el máximo con 91% en la segunda quincena de mayo. En la primera quincena de junio estaban 43% de los árboles en flor y en la segunda quincena de junio la floración de *Acacia scleroxylon* terminó. No hubo floración durante el resto del año.

En 2011- 2012 la floración de *Acacia scleroxylon* empezó en la primera quincena de abril con 32% de los árboles en flor, en el mismo momento como el año anterior. El máximo se alcanzó en este año ya en la segunda quincena del mismo mes, con 91% de los árboles en flor, mientras que en la primera quincena de mayo, época lluviosa en este año, el porcentaje de árboles en flor había descendido a 12, y en la segunda quincena del mismo mes la floración terminó. No hubo floración en el resto del año.

En 2012 - 2013, cuando la temporada seca fue más intensa que en los años anteriores, el inicio de la floración de *Acacia scleroxylon* se adelantó a la segunda quincena de marzo, con 29% de los árboles en flor. El máximo se alcanzó en la segunda quincena de abril, cuando 62% de los árboles estaban floreciendo, manteniéndose la proporción de árboles en flor en 60% en la primera quincena de mayo. En la segunda quincena de mayo la floración de esta especie terminó. No se observó más floración durante los otros meses del año.

En 2010 - 2011 las abejas empezaron a visitar las flores de *Acacia scleroxylon* en la primera quincena de abril, con una intensidad de 2,4 individuos por m². Este valor aumentó solo ligeramente a 2,7 individuos por m² en el momento del máximo de la floración en la segunda quincena de mayo y descendió a 1,8 individuos por m² hacia el final de la floración en la primera quincena de junio. En 2011 - 2012 las abejas empezaron también a visitar las flores de *Acacia scleroxylon* en la primera quincena de abril, con una intensidad de 1,9 abejas por m², valor que ascendió a 3,1 individuos por m² en el momento del máximo de la floración, en la segunda quincena de abril. En 2012 - 2013, año con una temporada seca intensa, no se observaron abejas en las flores de *Acacia scleroxylon* en el momento del inicio de la floración en la segunda quincena de marzo. En la segunda quincena de abril, durante el momento del máximo de la floración se observó una densidad de 2,4 abejas por m² en las flores de esta especie y ese valor bajó solo ligeramente a 2,2 abejas por m² en la primera quincena de mayo.

Zizyphus rignonii

En la figura 5 se presentan la floración y las visitas de abejas en *Zizyphus rignonii*, junto con las precipitaciones mensuales durante el período de observaciones. En 2010 - 2011 la floración de esta especie empezó en la primera quincena de mayo, con 88% de los árboles en floración. El máximo de la floración se alcanzó en la segunda quincena de mayo con 96% y se mantuvo hasta la primera quincena de junio. En la segunda quincena de junio el proporción de árboles en flor disminuyó a 48%, y en la primera quincena de julio la floración había terminado. En la primera quincena de octubre 2010 se observó una floración secundaria con 42% de los árboles en flor.

En 2011 - 2012 la floración de *Zizyphus rignonii* empezó en la primera quincena de mayo, con 87%. El máximo se alcanzó en la segunda quincena de mayo, con un 96% de los árboles florecidos. En la primera quincena de junio, la proporción de árboles en flor bajó a 92% y en la segunda quincena de junio la floración había terminado. En la segunda quincena de septiembre y en la primera quincena de octubre de 2011 se midió una floración secundaria de 31% y 40% respectivamente.

En 2012 - 2013, la época seca fue de mayor que en los años anteriores. El inicio de la floración de *Zizyphus rignonii* se adelantó a la primera quincena de abril. El porcentaje de árboles en flor en ese momento fue sensiblemente más bajo que en los años anteriores. Al inicio con 33%, al igual que en la segunda quincena de abril. Alcanzó el máximo en la segunda quincena de mayo, con 69% y en la primera quincena de junio un 19% de los árboles todavía florecían para desaparecer en la segunda quincena de junio. En la segunda quincena de septiembre y en la primera quincena de octubre de 2012 hubo una floración secundaria con 37% y 40% respectivamente.

Visita de abejas

En 2010 - 2011 la intensidad de la visita de las abejas en las flores de *Zizyphus rignonii* fue de 5,9 individuos por m² en el momento del inicio de la floración durante la primera quincena de mayo. Este valor aumentó a 9,1 abejas por m² en el momento del máximo de la floración, en la segunda quincena de mayo, para disminuir después de nuevo a 6,2 individuos por m² en la primera quincena de junio y a 1,7 individuos por m² hacia finales de la floración en la segunda quincena de junio. En 2011 - 2012 la densidad de abejas observada en las flores de *Zizyphus* fue de 5,8 individuos por m² en la primera quincena de mayo, cuando empezó la floración, y ese valor aumentó a 7,0 abejas por m² en el momento del máximo de la floración en la segunda quincena de mayo. En la primera quincena de junio, cuando el porcentaje de árboles en flor aún se había mantenido en 92%, la intensidad de las visitas de las abejas había disminuido a 5,3 individuos por m². En 2012 - 2013, cuando la temporada seca fue muy intensa y el inicio de la floración se adelantó a la

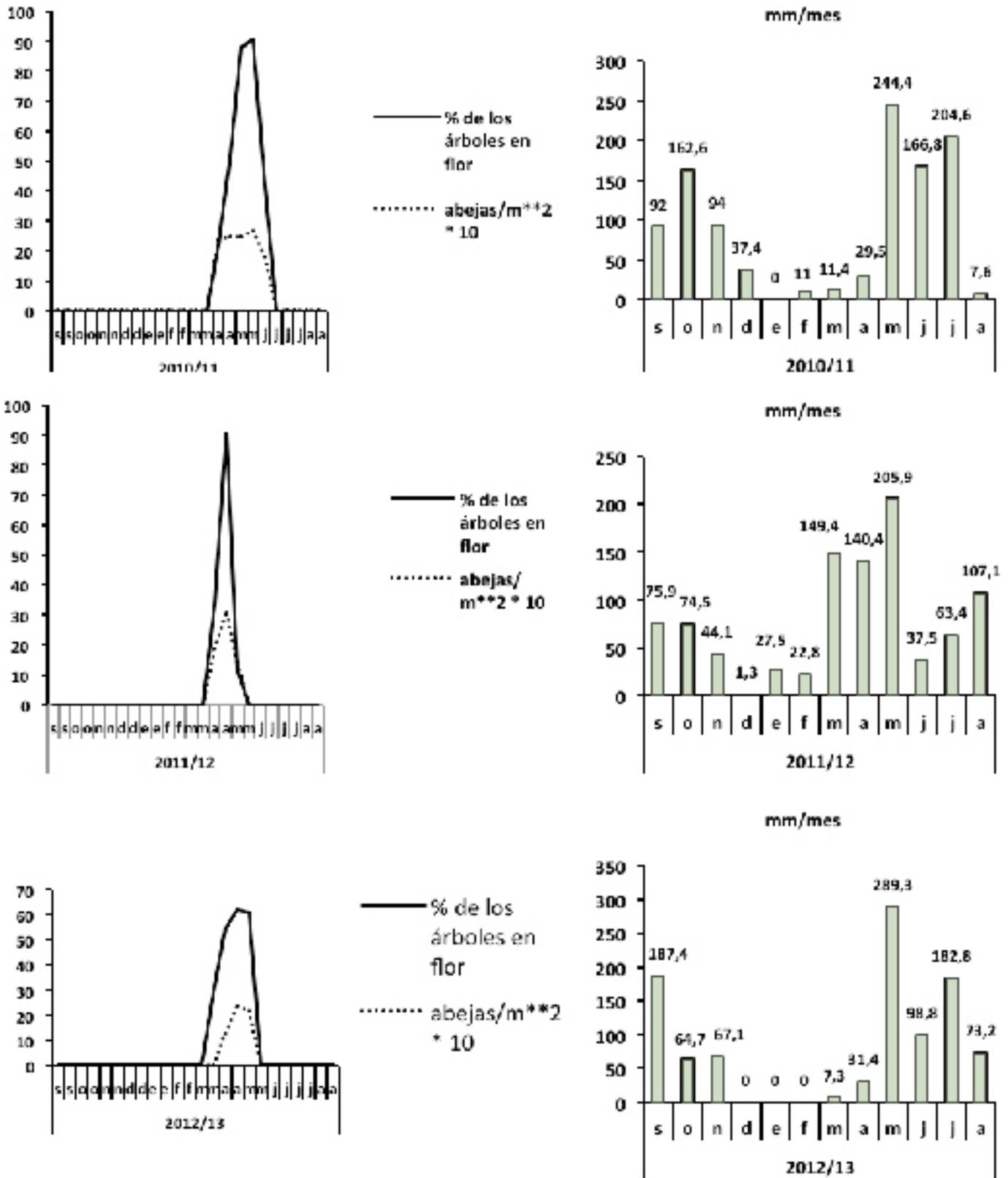


Figura 4. Floración y visita de abejas en *Bursera simaruba* y precipitaciones mensuales durante los tres períodos de observación 2010/11, 2011/12 y 2012/13
 Figure 4. Flowering and visit of bees in *Bursera simaruba*, and monthly precipitations during the three periods of observation 2010/11, 2011/12 and 2012/13

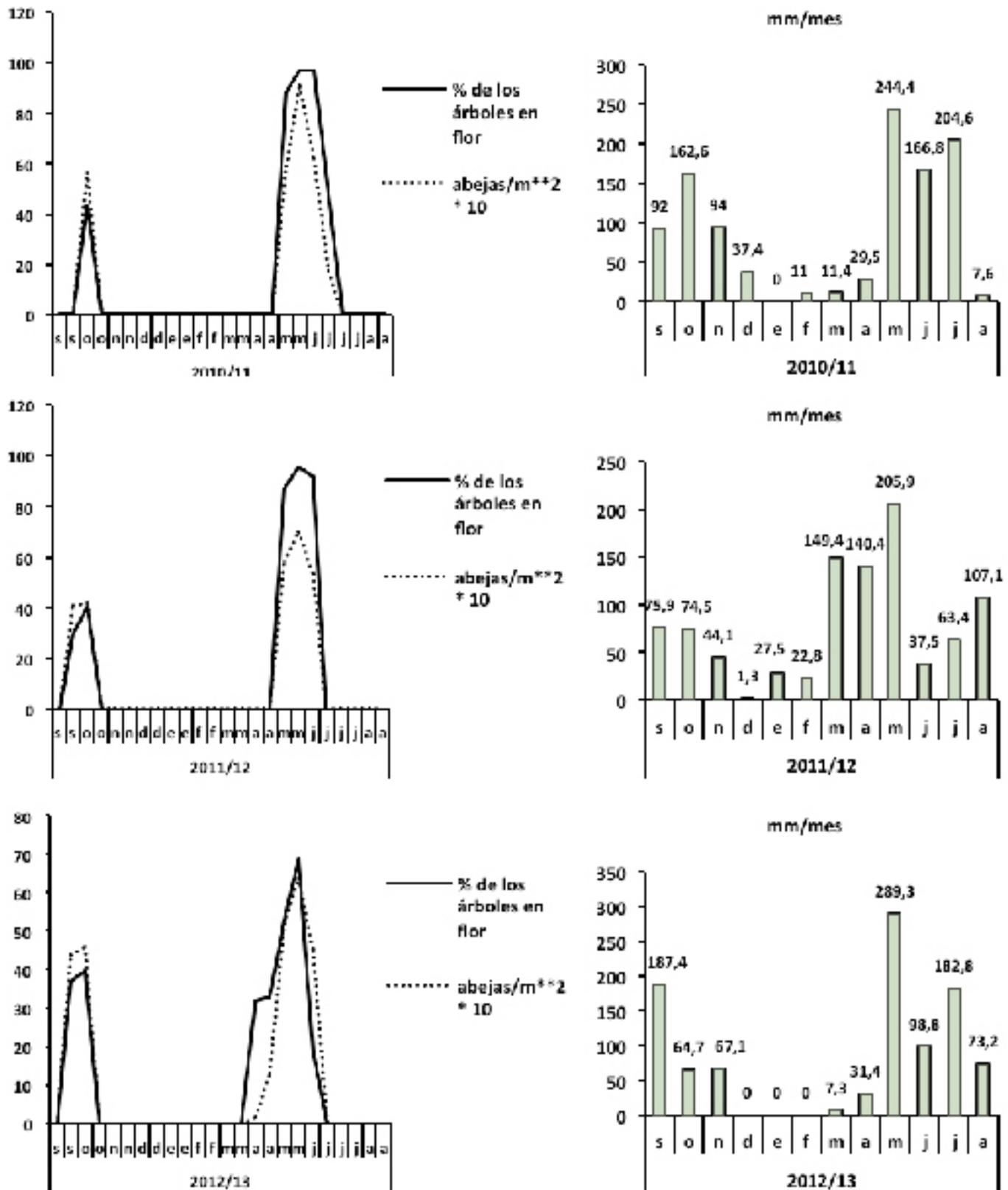


Figura 5. Floración y visita de abejas en *Zizyphus rignonii* y precipitaciones mensuales durante los tres períodos de observación 2010/11, 2011/12 y 2012/13

Figure 5. Flowering and visit of bees in *Zizyphus rignonii*, and monthly precipitations during the three periods of observation 2010/11, 2011/12 and 2012/13

primera quincena de abril, la intensidad de la visita de las abejas fue mucho más baja, de 0,2 individuos por m², al igual que en la quincena siguiente, cuando la intensidad alcanzó 1,3 abejas por m². Posteriormente, en el momento del máximo de la floración en la segunda mitad de mayo, la intensidad de la visita de las abejas alcanzó valores similares a los años anteriores, con 6,4 individuos por m². Durante las floraciones secundarias de septiembre y octubre, la intensidad de la visita de abejas alcanzó valores entre 4,1 y 5,6 individuos por m².

En el cuadro 1 se resume y representan los datos de inicio, máximo y duración de la floración, árboles en flor durante el máximo, e intensidad de la visita de abejas, para las cuatro especies y los tres años de observaciones. En las dos especies *Guaiacum officinale* y *Bursera simaruba*, que florecen en época seca, el momento de inicio de la floración no varió durante los tres años, mientras que *Acacia scleroxylon*, florece en el período de transición hacia la época de lluvias, el inicio de la floración se adelantó una quincena en 2012 - 2013, período con una época seca más fuerte.

En *Zizyphus rignonii*, especie que florece a inicios de la época de lluvias, el inicio de la floración se adelantó ese año de mayor severidad de sequía. El máximo de la floración en *Guaiacum* en 2011 - 2012, período con época seca con lluvias erráticas, se produjo una quincena más tarde que en los dos otros años, y en *Bursera* el máximo se adelantó una quincena en 2012 - 2013, año con época seca muy marcada. En *Acacia scleroxylon*, tanto en 2011 - 2012, período con condiciones lluviosas durante la época de floración de la especie, como en 2012 - 2013, período con época seca muy marcada, el máximo de la floración se adelantó de una quincena con relación a 2010 - 2011. En *Zizyphus rignonii*, el momento del máximo de la floración se mantuvo constante durante los tres años.

En *Guaiacum officinale* la duración de la floración se extendió en 2011 - 2012, donde hubo lluvias erráticas en la época seca, en relación al año anterior y al año posterior. En *Bursera simaruba*, *Acacia scleroxylon* y *Zizyphus rignonii* la floración se acortó en 2011 - 2012.

En las cuatro especies, el número de árboles en flor durante el máximo de la floración se mantuvo aproximadamente constante en los dos primeros años, mientras que en 2012 - 2013, período con una época seca muy fuerte, disminuyó sensiblemente. La intensidad de la visita de abejas en el momento del máximo de la floración también disminuyó en 2012 - 2013 en todas las especies, con relación a los dos períodos anteriores. En *Guaiacum* y *Acacia* este parámetro alcanzó su máximo valor en 2011 - 2012, período con época seca relativamente lluvioso. En cambio, en *Bursera* y en *Zizyphus*, la intensidad de la visita de abejas fue mayor en el período anterior, cuando la época seca estuvo más marcada.

Aportes de cada especie en los diferentes años

Los valores del índice de aporte de floración (IAF), se presentan en la figura 6. Según el IAF, en 2010 - 2011, período con una época seca marcada durante los primeros meses de 2011, predominó el aporte de *Acacia scleroxylon* y sobre todo de *Zizyphus rignonii*. En cambio, en el período 2011 - 2012 con una época seca con lluvias varias y precipitaciones abundantes en abril y mayo, predominó el aporte de *Guaiacum officinale*. En 2012 - 2013, período con una época seca muy fuerte, los aportes de todas las especies fueron inferiores a los años anteriores; *Acacia scleroxylon* y *Zizyphus rignonii*, especies que florecen; a inicios de la época de lluvias, fueron las que más aportaron. El total de los IAF de las cuatro especies fue de 5071,0 en 2010 - 11 y de 5540,8 en 2011 - 12, mientras que en el año 2012 - 13 cayó a 2305,2, valor que se encuentra a menos de la mitad de los niveles de los años anteriores.

Discusión

A pesar de las marcadas diferencias entre los distintos años de observaciones en la distribución temporal de las precipitaciones, el momento del inicio de la floración se mantuvo constante en las dos especies que florecen en la época seca, *Guaiacum officinale* y *Bursera simaruba*. Varió ligeramente en 2012 - 2013 en *Acacia scleroxylon* y *Zizyphus rignonii*. El momento de la máxima floración también se mantuvo constante durante los tres años de trabajo en todas las especies. La constancia de los momentos de estas dos fases fenológicas indica que el momento de la floración en esas especies probablemente fue determinado por el fotoperiodo, como ha sido demostrado para más de 25 especies de árboles del bosque seco tropical en Costa Rica (Rivera y Borchert, 2001), y para un número mucho mayor de especies de diferentes zonas tropicales de clima estacional en varias partes del mundo (Rivera et al., 2002).

Por otro lado, los datos indicaron que las lluvias abundantes a partir de marzo 2012 acortaron el período de floración de *Bursera*, *Acacia* y *Zizyphus* en ese año. En la especie caducifolia *Bursera simaruba* este fenómeno estuvo asociado con un brote relativamente temprano del follaje, en la segunda mitad de marzo. Es probable que, los procesos de desarrollo vegetativo estuvieran compitiendo con la floración, y posiblemente ocurrió lo mismo en *Acacia* y en *Zizyphus*. Situaciones de competencia entre el crecimiento vegetativo y procesos reproductivos se conocen de otras especies arbóreas como el aguacate (Rosales, Parodi, y Carlini, 2003; Atucha, 2006). Además, la proporción de los árboles que florecieron durante el máximo de la floración disminuyó de forma sensible en 2012 - 2013 en comparación con los años anteriores, mientras que las diferencias pluviométricas entre 2010 - 2011 y 2011 - 2012 no se reflejaron en ese parámetro.

Cuadro 1. Inicio, duración y máximo de la floración, árboles en flor e vista de abejas

Especie/período	Inicio de la floración (quincena/mes)	Máximo de la floración (quincena/mes)	Duración de la floración (quincenas)	% árboles en flor (máximo)	Visita de abejas (individuos/m ²)
<i>Guaiacum officinale</i>					
2010/2011	1/ene	1/feb	4	73	3,1
2011/2012	1/ene	1/feb	6	71	6,1
2012/2013	1/ene	1/feb	5	51	2,2
<i>Bursera simaruba</i>					
2010/2011	1/feb	2/marzo	5	50	2,5
2011/2012	1/feb	2/marzo	4	48	1,8
2012/2013	1/feb	1/marzo	4	24	1,4
<i>Acacia scleroxylon</i>					
2010/2011	1/abr	2/mayo	5	91	2,7
2011/2012	1/abr	2/abr	3	91	3,1
2012/2013	2/mar	2/abr	4	62	2,4
<i>Zizyphus rignonii</i>					
2010/2011	1/may	2/mayo	4	96	9,7
2011/2012	1/may	2/mayo	3	96	7,0
2012/2013	1/abr	2/mayo	5	69	6,4

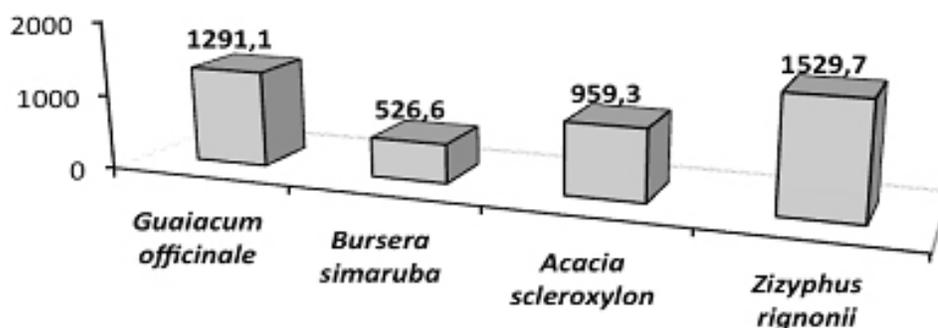
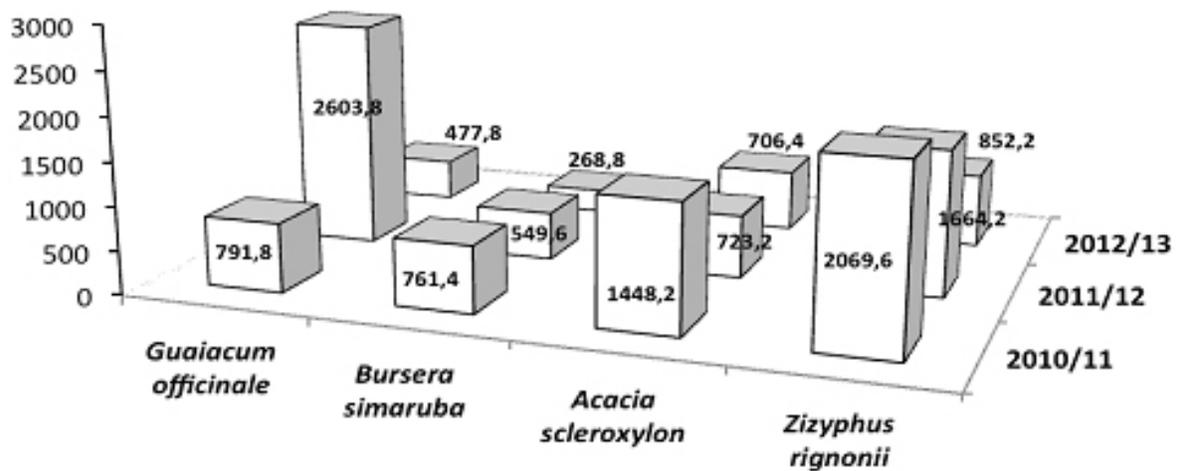


Figura 6. Índice de aporte de floración (IAF) de las cuatro especies para cada año (arriba) y en promedio de los tres años (abajo)

Figure 6. Index of contribution to flowering of the four species for each year (above), and as mean values of the three years

Según los valores del IAF, los aportes como recurso apícola de las distintas especies fueron diferentes. En los años 2010 - 11 y 2011 - 12, los valores totales de ese parámetro no mostraron grandes diferencias. La debilidad de la floración de una especie fue compensada por floraciones más abundantes de otras especies, lo que es un ejemplo de la importancia de la diversidad de especies de plantas para la estabilidad del sistema plantas-abejas. En cambio, en 2012 - 13, en todas las especies estudiadas, el IAF de todas las especies fue relativamente bajo, debido principalmente al número reducido de árboles que florecieron en ese período de escasez de lluvias. Conviene resaltar que, el IAF es un índice que fue desarrollado para evaluar de forma diferenciada el aporte de las distintas especies de plantas a la producción apícola, sería importante validarlo y contrastar los resultados obtenidos con la percepción de los apicultores sobre los rendimientos de miel y la importancia relativa de las diferentes especies.

Zizyphus rignonii se destaca por la intensidad de la visita de abejas, que fue mayor que en las otras especies estudiadas. Es sorprendente que, una especie con flores tan atractivas para las abejas no fuera mencionada anteriormente con especie vegetativa de mayor interés apícola, en un estudio realizado sobre las especies de interés apícola más importantes en la República Dominicana (May, Rodríguez, y Rivas, 2008). En la zona estudiada por nuestra investigación, el aporte de la floración de *Zizyphus rignonii* en todos los años fue mayor que la de *Bursera*, y en 2010 - 11 y 2012 - 13 fue mayor que la de *Guaiaecum*. La alta intensidad de la visita de abejas en esa especie, señala que existe un potencial de mejorar los recursos florales para las abejas, si se aumentan las poblaciones de esa especie.

Los resultados confirman que, los años con sequía intensa suelen ser años con bajos rendimientos de las colmenas del bosque seco dominicano. Sin embargo, se deben tomar en cuenta las precipitaciones durante las épocas de floración de las especies más importantes, porque un exceso de lluvias durante la floración de una especie determinada, afecta negativamente la disponibilidad de los recursos florales y la cosecha de miel.

El cambio climático que se espera afecte las décadas que vienen, implican una mayor frecuencia de situaciones extremas de sequía y de lluvias excesivas (Conde-Álvarez y Saldaña-Zorilla, 2007). Esto significaría que, la producción de las colmenas probablemente también será más fluctuante. Bajo esta perspectiva, una diversidad de árboles de interés apícola ayudaría a estabilizar hasta cierto punto la disponibilidad de los recursos florales aprovechables por las abejas.

Recomendaciones

Mantener y restaurar la diversidad de especies de interés apícola en los alrededores de las colmenas, para complementar y amortiguar posibles fases de escasez de recursos florales, ante la susceptibilidad de la floración de las diferentes especies frente a situaciones meteorológicas extremas como, sequías intensas o lluvias prolongadas. En este sentido, *Guaiaecum officinale*, *Acacia scleroxylon* y sobre todo *Zizyphus rignonii* merecen una mayor difusión en la zona, a través de una introducción en diferentes tipos de sistemas agroforestales y en los patios como árboles de sombra. Continuar con el aporte de *Bursera simaruba*, de amplia distribución en la zona de forma silvestre y como componente de cercas vivas de las fincas de la región.

Para disponer de más datos, de mayor extensión en tiempo y espacio sería interesante que, apicultores interesados de diferentes regiones del país se involucren en el monitoreo de las floraciones de las especies más importantes para la apicultura de su zona. Además, de las repercusiones de la duración y de la intensidad de las floraciones en el desarrollo de las colmenas y la producción apícola. De esta forma, al cabo de una década o dos, sería posible obtener un registro valioso de la variabilidad de floración y de la producción apícola. A través de tal monitoreo, los apicultores se empoderarían más de los datos de floración, precipitaciones y producción, así como del problema del cambio climático y podrían desarrollar, implementar y promover medidas de adaptación.

Referencias

- Atucha, A. F. (2006). *Efectos del prohexadione de calcio sobre la productividad y el desarrollo del palta (Persea americana Mill) cv. Hass*. (Tesis de ingeniería). Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- Conde-Álvarez, C. y Saldaña-Zorilla, S. O. (2007). Cambio climático en América Latina y el Caribe: impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 23(2), 23 – 30.
- Francis, J. K. (1993). *Guaiaecum officinale* L. Lignum vitae, guayacán. SO-ITF-SM-67. New Orleans, United States. Department of Agriculture, Forest Service, Research & Development.
- Fournier, L. A. y Charpentier, C. (1975). El tamaño de las muestras y frecuencia de observaciones en el estudio de las características de los árboles tropicales. *Turrialba* 25, 45 – 48.
- García, R. y Alba, N. (1989). Estudio ecoflorístico comparativo del bosque seco subtropical de Azua y Monte Cristi, República Dominicana. *Moscosoa*, 5, 55 – 88
- García, R. y Clase, T. (2002). Flora y vegetación de la zona costera de las provincias de Azua y Barahona, República Dominicana. *Moscosoa*, 13, 127 – 173.

- García, R., Mejía, M., Peguero, B., Salazar, J. y Jiménez, F. (2002). Flora y vegetación del Parque Nacional del Este, República Dominicana. *Moscosoa*, 13, 22 – 58.
- García, R. y Mejía, M. (2008). Vegetación y flora de serpentina de la República Dominicana. *Moscosoa*, 16, 217 - 253.
- García, R., Peguero, B., Clase, T., Veloz, A., Jiménez, F. y Mejía, M. (2007). Flora y vegetación de las zonas áridas de la Sierra Martín García, República Dominicana. *Moscosoa*, 15, 5 – 60.
- Geilfus, F. (1994). *El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Guía de especies*. Turrialba, Costa Rica: ENDA-Caribe/CATIE.
- Heredia, F., Salazar, J. y Caminero, G. (1998). Especies amenazadas de la República Dominicana. En: Halffter, G. (compilador). *La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana 2 -número especial-* (pp. 311 – 324).
- Holdridge, L. (1982). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: IICA.
- Marcano, E. de J. (1974). *Estudio apibotánico de la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana: CEDOPEX.
- Matteuci, S. D. y Colma, A. (1997). Agricultura sostenible y ecosistemas áridos y semiáridos en Venezuela. *Interciencia*, 22(3), 123 – 130.
- May, T. y Rodríguez, S. (2012 a). Percepción de apicultores sobre la importancia apícola de las plantas melíferas del bosque seco de la Línea Noroeste (República Dominicana). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental (Bogotá)*, 3(1), 15–23.
- May, T. y Rodríguez, S. (2012 b). Plantas de interés apícola en el paisaje: Observaciones de campo y la percepción de apicultores en la República Dominicana. *Revista Geográfica de América Central (Costa Rica)*, 48, 133 – 162.
- May, T., Rodríguez, S. y Rivas, S. (2008). Especies de plantas de importancia apícola en República Dominicana, según la percepción de los apicultores. *Moscosoa*, 16, 148 – 168.
- Mejía, M., Pimentel, J. y García, R. (2011). Árboles y arbustos de la región cárstica de Los Haitises, República Dominicana. *Moscosoa*, 17, 90-114.
- Rivera, G. y Borchert, R. (2001). Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. *Tree Physiology*, 21: 201 – 212.
- Rivera, G., Elliot, S., Caldas, L. S., Nicolossi, G., Coradin, V. T. R. y Borchert, R. (2002). Increasing day length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. *Trees*, 16, 445 – 456.
- Rodríguez, J. M. (1996). *La era del campeche*. Santo Domingo: Distribuidora Rod.
- Rosales, J. J., Parodi, G. y Carlini, B. (2003). Evaluación del ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass para la zona de irrigación Santa Rosa, Perú. *Actas V congreso mundial del aguacate* (pp. 311 – 316).
- Salazar, J. Peguero, B. y Veloz, A. (2000). Flora de la Península de Samaná, República Dominicana. *Moscosoa*, 11, 133 –188.