

**Caracterización fenológica de *Cecropia peltata*,
Mimosa tenuiflora y *Cochlospermum vitifolium*
en diferentes elevaciones en la subcuenca del
río Yeguaré, Honduras**

German Onil Rodríguez Cruz

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE AMBIENTE Y DESARROLLO

**Caracterización fenológica de *Cecropia peltata*,
Mimosa tenuiflora y *Cochlospermum vitifolium*
en diferentes elevaciones en la subcuenca del
río Yeguaré, Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

German Onil Rodríguez Cruz

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

RESUMEN

Rodríguez Cruz, G.O. 2012. Caracterización fenológica de *Cecropia peltata*, *Mimosa tenuiflora* y *Cochlospermum vitifolium* en diferentes elevaciones en la subcuenca del río Yeguaré, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Ambiente y Desarrollo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 21 p.

Durante marzo a mayo se realizó un diagnóstico fenológico comparativo de tres especies de árboles. El objetivo fue entender el impacto de las variaciones del clima en los árboles de *Mimosa tenuiflora*, *Cochlospermum vitifolium* y *Cecropia peltata*, distribuidos en un gradiente de altura y humedad. El área de estudio fue el campus de la Escuela Agrícola Panamericana (Universidad Zamorano), que comprende el Valle del Yeguaré y las faldas del Cerro Uyuca, en un ámbito altitudinal entre los 800 y 1,300 msnm. Fueron etiquetados 20 individuos de cada especie con un código y geolocalizados para su permanente monitoreo. De acuerdo a los patrones de la floración, la fructificación y la foliación, se analizaron los efectos de las variables de elevación y humedad del suelo en las tres especies, se utilizó la prueba de t y Kruskal-wallis para análisis no paramétricos. En el caso de la *Cecropia peltata* no se encontró diferencia en su etapa fenológica de foliación. Por lo corto del estudio no se pudo observar la floración y la fructificación de esta especie. *Mimosa tenuiflora* no respondió significativamente a la humedad de suelo a los 10 cm de profundidad. Por último con *Cochlospermum vitifolium* las variables floración y foliación no respondieron significativamente con la humedad del suelo a los 10 cm y tampoco la elevación. La fructificación no respondió significativamente a la humedad del suelo pero si a la elevación. Esta especie puede ser otro bioindicador del cambio climático en el valle del Yeguaré a largo plazo. El estudio de la fenología provee información valiosa que puede ser utilizada para ver el comportamiento de diferentes especies vegetales ante el fenómeno del cambio climático.

Palabras claves: Fenología, floración, foliación, fructificación, gradiente altitudinal, patrones fenológicos.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES	15
5. RECOMENDACIONES	16
6. LITERATURA CITADA	16
7. ANEXOS.....	18

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Escenarios para el estudio fenológico de <i>Cecropia peltata</i> , <i>Mimosa tenuiflora</i> y <i>Cochlospermum vitifolium</i> en la EAP, Zamorano.....	4
2. Patrones fenológicos de <i>Cecropia peltata</i> basados en la colección del Herbario Paul C. Standley.....	8
3. Resultados de los análisis de la prueba de T para <i>Mimosa tenuiflora</i>	10
4. Patrones fenológicos de <i>Mimosa tenuiflora</i> tomados de la colección del Herbario Paul C. Standley.....	11
5. Resultados de los análisis no paramétricos de <i>Cochlospermum vitifolium</i>	13
6. Patrones fenológicos de <i>Cochlospermum vitifolium</i> de la colección del Herbario Paul C. Standley, Escuela Agrícola Panamericana, 2012.....	14
Figuras	Página
1. Precipitación total en el Cerro de Uyuca (1600 msnm) de abril a mayo de 2012 ...	6
2. Temperatura media en el Cerro de Uyuca, (1600 msnm) de abril a mayo 2012... ..	7
3. Foliación de <i>Cecropia peltata</i> (marzo - mayo).....	8
4. Floración de <i>Mimosa tenuiflora</i> (marzo - mayo).....	9
5. Fructificación de <i>Mimosa tenuiflora</i> (marzo - mayo).. ..	10
6. Floración de <i>Cochlospermum vitifolium</i> (marzo - mayo).....	11
7. Fructificación de <i>Cochlospermum vitifolium</i> (marzo - mayo).....	12
8. Foliación de <i>Cochlospermum vitifolium</i> (marzo - mayo).	13
Anexos	Página
1. Coordenadas P, UTM y elevación [Datos tomados del GPS].....	19
2. Fotografías varias de las especies en estudio.....	21

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los problemas ambientales más graves al que se enfrenta la humanidad. El calentamiento global es un problema que amenaza a los ecosistemas mundiales, compromete el desarrollo sostenible. Los estudios científicos de la IPCC muestran que el planeta se enfrentará a desastres humanos y naturales irreversibles si la concentración atmosférica de CO₂ continúa por encima de 350 partes por millón. Las simulaciones de los Modelos de Circulación General proyectan que la creciente concentración atmosférica de gases de efecto de invernadero tendrá como resultado cambios en la frecuencia, la intensidad y la duración de los fenómenos extremos, así como un aumento de las olas de calor, las precipitaciones fuertes y una disminución de los días fríos (IPCC 2007).

La Región Centroamericana y el norte de Suramérica se han estado calentando en las últimas décadas, con una tendencia positiva en las temperaturas máximas absolutas y una tendencia negativa en las temperaturas mínimas absolutas (Aguilar 2005). Sin embargo, no se ha encontrado una tendencia coherente con la precipitación ya que algunas regiones muestran una tendencia negativa y otras positivas. La fenología como ciencia aporta importantes conocimientos para el entendimiento de la relación de cambios en la temperatura y la precipitación en la biodiversidad. El régimen de precipitación de Honduras es una consecuencia directa e indirecta de los siguientes fenómenos: Zona de Convergencia Intertropical (Z.I.T.C.), ondas tropicales, diferentes sistemas de baja presión atmosférica en altura y la superficie de la tierra, las brisas de mar a tierra, las brisas de valles y de montaña, los frentes fríos y los ciclones tropicales (Alfaro 2002).

Para el año 2020, se puede esperar cambios en la precipitación anual con valores cercanos a 5% debajo del promedio, en la mayor parte del territorio nacional. Los cambios de temperatura que pueden esperar están en el ámbito de 0.5°C mayor al promedio en el litoral Caribe oriental y hasta 0.75°C en el occidente, el sur de la región central, la oriental y la región sur de Honduras (Argeñal 2010). Esto es importante ya que se podrá hacer una predicción del comportamiento de las especies vegetales por medio de la fenología. Los estudios sobre fenología reproductiva a nivel comunitario han revelado que el tiempo óptimo para florecer y fructificar está determinado por los factores bióticos y los factores abióticos, o por una combinación o interacción de ambas clases de factores, relacionados con el tipo y momento de la dispersión y la germinación de las semillas (Waser 1979, 1983, Frankie *et al.* 1974, Lieberman 1982, Borchert 1983, Monasterio y Sarmiento 1976, Zimmerman *et al.* 1989, Friedel *et al.* 1993, Wheelwright 1985, Burt 1970, Oliveira 1998).

Mejía (1990) indicó que la latitud, la altitud y la orografía influyen en la fenología de las plantas. Además, señaló que los componentes meteorológicos más importantes son las horas de brillo solar, la precipitación y la temperatura, pero que la lluvia es la principal variable a estudiar en la fenología tropical. Borchert (1996) analizó las diferencias fenológicas de 18 especies tropicales mediante el uso de colecciones de herbario y encontró que el ámbito de la variación geográfica tiene un papel importante en el comportamiento de las especies. Además destacó que las diferencias en la duración y la intensidad de la época seca afectan la sincronía de la floración, y por ello, de la fructificación.

Estos estudios son escasos para la región del trópico seco y poco se sabe de la fenología de las especies de árboles en la región del valle del Yeguaré. Por lo anterior se desarrollaron los objetivos del estudio, los cuales son comparar los datos de la fenología con los patrones de la humedad de suelo y la altura sobre el nivel del mar. Otro objetivo es brindar información valiosa como línea base para entender el impacto de los cambios climatológicos en el comportamiento fenológico de estas especies.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La región del valle del Yeguaré tiene una extensión territorial de 1,800 km², ubicado al este de Tegucigalpa, dentro de los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso, Honduras. En este valle, la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) tiene una extensión de 5,000 has, de acuerdo con los mapas de propiedad de la institución. El territorio tiene una elevación desde los 760 a los 2,000 msnm (T. Longwell, com. pers.). El estudio se realizó dentro de la extensión territorial de la EAP, entre marzo (14) y mayo (18) de 2012 en diferentes escenarios altitudinales, 800 msnm para la zona baja y hasta 1,300 msnm para la zona alta.

Se seleccionaron para este estudio tres especies de árboles, *Mimosa tenuiflora* (Carbón), *Cochlospermum vitifolium* (Berberia) y *Cecropia peltata* (Guarumo). Estas especies se escogieron debido a que presentaban características fenológicas durante el tiempo que comprendía el estudio y también porque son especies típicas de bosques intervenidos, la cual es una característica del valle del Yeguaré. El tamaño de la muestra fue de 20 individuos de cada especie para 60 árboles en todo el estudio. Se seleccionaron los árboles de las tres especies arriba mencionadas, en diferentes eco-regiones y ecosistemas. El primer escenario fue a diferentes alturas en el Cerro Uyuca, otro en una zona de influencia del manto freático de los ríos en el campus o zonas riparias. Por último zonas secas igualmente dentro del campus, las cuales se explican a continuación.

Los árboles fueron seleccionados de la siguiente manera: Se escogieron y marcaron 20 individuos de *Cecropia peltata*, siete para la zona alta (entre 1,050 y 1,300 msnm), siete para la zona baja riparia (entre 800 y 1,000 msnm) y seis para la zona baja seca. Para *Cochlospermum vitifolium* se seleccionaron 10 árboles en la zona de altura (entre 1,050 y 1,300 msnm) y otros 10 árboles en la zona baja seca (800 msnm). Por último, se seleccionaron y marcaron 10 individuos de *Mimosa tenuiflora* en ambos escenarios, zona baja riparia y zona seca (Cuadro 1). Los árboles de la misma especie están separados unos de otros a una distancia no menor a 30 m, aunque en el estudio de los individuos están separados hasta por varios kilómetros. La selección de árboles fue arbitraria en los ecosistemas mencionados, todos los individuos eran maduros en los que se podían apreciar con claridad sus estados fenológicos.

Cuadro 1. Escenarios para el estudio fenológico de *Cecropia peltata*, *Mimosa tenuiflora* y *Cochlospermum vitifolium* en la EAP, Zamorano.

Especie	N	Altura (1050 – 1300 msnm)	Tratamiento	
			Zona baja ripario (800 msnm)	Zona baja seca (800 msnm)
<i>Cecropia peltata</i> (Guarumo)	20	7	7	6
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Carbón)	20	0	10	10
<i>Cochlospermum</i> <i>vitifolium</i> (Berberia)	20	10	0	10
Total	60			

Se realizaron pruebas de comparación de medias con pruebas t y pruebas de significancia en mediciones no paramétricas de Kruskal-Wallis mediante el programa de computadora MINITAB versión 16. El nivel de significancia en este estudio (alfa) es 0.05. Se comprobó la normalidad de las variables con la prueba de Anderson-Darling. Las variables de predicción son la elevación (msnm) y la humedad del suelo. Como variables de respuesta, se usaron las fechas del inicio, máximo y término de la floración, la fructificación y la foliación, las cuales fueron tomadas de los registros de las observaciones semanales en fecha calendario juliano y son un promedio de los 20 individuos.

También se realizó una consulta en la recopilación de datos en el Herbario Paul C. Standley. Fueron revisados únicamente los especímenes que habían sido colectados en Honduras, los cuales abarcaban especialmente muestras de la década de los 1940 con algunas colectas en décadas posteriores.

Los individuos fueron etiquetados con un código enumerado, grabado sobre una placa de aluminio. El número se registró, así como la localización por medio de un GPS y la identidad del árbol. Las hojas de datos que contienen la información asociada a los códigos de cada individuo se mantienen en copias impresas, así como en una base de datos electrónica hecha en Microsoft Access para el herbario Paul C. Standley de EAP.

Desde el 14 de marzo hasta el 18 de mayo, se hicieron ocho observaciones (aproximadamente una por semana) de los árboles etiquetados para determinar su patrón fenológico. Se cuantificaron para cada individuo el porcentaje de la floración, la fructificación y la foliación. También se tomaron dos muestras de suelo por cada individuo, una durante la época seca y otra durante la época húmeda o lluviosa, para

determinar el contenido de humedad del mismo. Se recolectaron 60 muestras de suelo para la época seca y 60 muestras para la época lluviosa. Las muestras fueron tomadas con barreno en los primeros 10 cm de profundidad a una distancia no mayor a 1 m del tronco. Se depositaron en bolsas plásticas bien amarradas y guardadas en otra bolsa plástica para no dejar escapar la humedad. Se etiquetaron y se llevaron a los hornos de convección del laboratorio de suelos de la Universidad Zamorano. Previamente se pesó cada muestra para luego secarlas y pesarlas de nuevo, lo cual permitió calcular el porcentaje de la humedad.

Los datos se colectaron por observación, se dividió la copa del árbol en cuatro cuadrantes, luego se obtuvo un promedio de todas las observaciones de las flores, los frutos y las hojas. Los datos de la temperatura y la precipitación fueron tomados de las estaciones meteorológicas Cerro de Uyuca a 1,600 msnm y del campus central a 810 msnm, y su información fue usada para entender si el año 2012 era normal en cuanto a precipitaciones.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los patrones de precipitación tomados de la estación meteorológica instaladas en el Cerro Uyuca y Campus Central en Zamorano (Figura 1). Los patrones de la temperatura se consideran normales para este año en el Cerro de Uyuca y el campus de Zamorano (Figura 2).

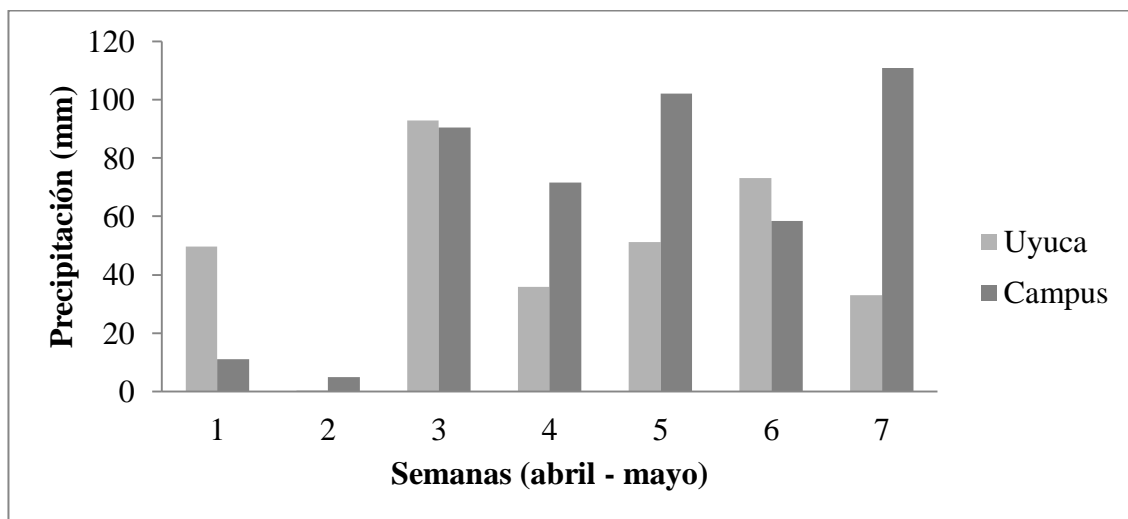


Figura 1. Precipitación total en el Cerro de Uyuca (1600 msnm) de abril a mayo de 2012 la cual varió entre 0 y 95 mm por semana. En el campus central (800 msnm) de marzo a mayo de 2012 la cual varió entre 0 y 110 mm. En el campus de la Escuela Agrícola Panamericana.

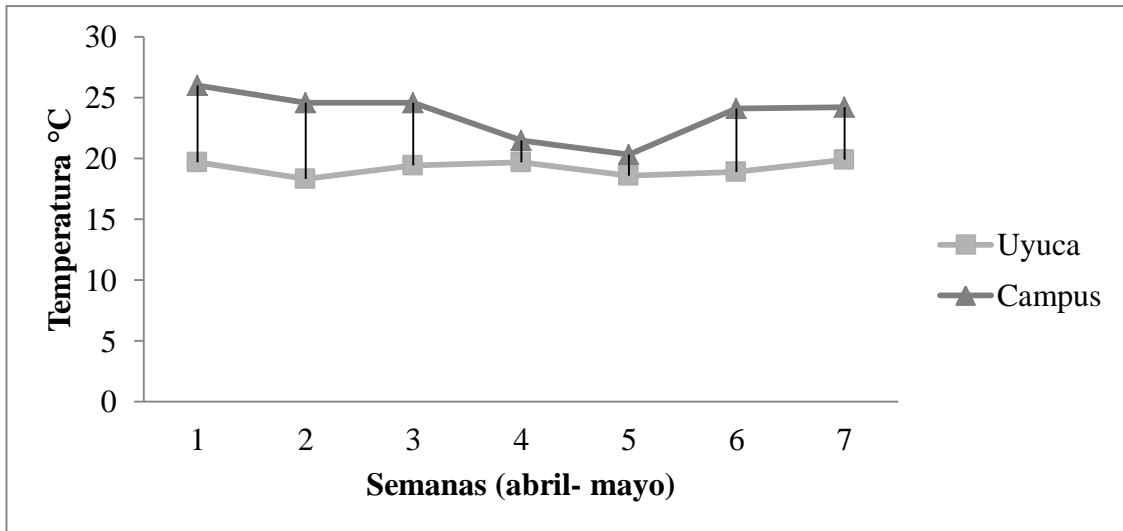


Figura 2. Temperatura media en el Cerro de Uyuca, (1600 msnm) de abril a mayo 2012. En el campus central (800 msnm) de marzo a mayo de 2012. En el campus de la Escuela Agrícola Panamericana.

Cecropia peltata. En marzo de 2012 *Cecropia peltata* se encontraba en la fase fenológica de foliación (Figura 3), y se esperaba que esta especie comenzara su fase de floración entre abril y mayo, aunque el guarumo florea y fructifica en varias épocas del año (Carvajal y Gonzales-Villarreal, 2005). Al final de las ocho semanas que comprendía el estudio, el guarumo apenas empezó a florear, por tal motivo tampoco se pudo colectar datos de la fructificación.

Los resultados sugieren que el guarumo tiene un comportamiento normal en su estado fenológico de foliación (Figura 3). Todos los individuos en los tres escenarios (altura, seco y ripario) alcanzaron su máximo de foliación en una fecha similar y sugiere que la diferencia entre estos individuos es tan pequeña que las observaciones se deben hacer diarias y no semanales.

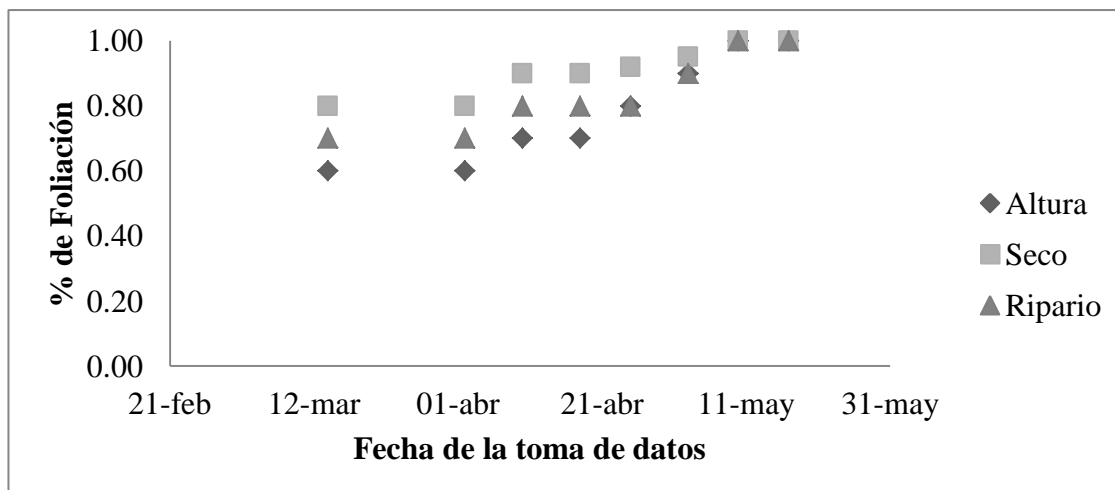


Figura 3. Foliación de *Cecropia peltata* (marzo - mayo). En el campus de la Escuela Agrícola Panamericana, 2012. Los cuadros y triángulos en la gráfica están superpuestos a los rombos que indican el tratamiento de altura, debido a que alcanzaron su punto máximo de foliación al mismo tiempo. Para mayo todos los individuos alcanzaron su máximo de foliación.

En las datos tomados del Herbario Paul C. Standley se puede observar el patrón fenológico de *Cecropia peltata*, donde esta especie se encuentra en la etapa fenológica de floración de mayo a agosto y de noviembre a febrero (Cuadro 2). De los datos tomados en el herbario se encontraron 10 especímenes resguardados de esta especie, se tomó únicamente todas las pertenecientes a la colección para Honduras, debido a que también se contaba con especímenes de otros países. Los números en el cuadro indica la cantidad de especímenes que mostraron etapas fenológicas en el mes que fue colectado.

Cuadro 2. Patrones fenológicos de *Cecropia peltata* basados en la colección del Herbario Paul C. Standley.

Fecha	Flores	Frutos	Foliación
Enero	1	0	1
Febrero	0	0	0
Marzo	0	0	0
Abril	0	0	0
Mayo	1	0	1
Junio	2	0	2
Julio	2	0	2
Agosto	2	0	2
Septiembre	0	1	1
Octubre	0	0	0
Noviembre	1	0	1
Diciembre	0	0	0

Mimosa tenuiflora. El patrón de floración de la *Mimosa tenuiflora* tiene un pico de floración ocurrido entre la primera y segunda semana de abril (Figura 4). En la literatura sobre la biología de la *Mimosa tenuiflora*, nos dice que esta florea especialmente durante la época seca. Lo anterior es una característica propia por ser una especie oportunista en bosques severamente intervenidos, lo que la ayuda adaptarse con facilidad a diferentes tipos de suelo con amplia tolerancia a parámetros físicos y químicos. También es muy tolerante a la radiación solar directa, con temperaturas superiores a los 20 °C (Camargo y Ricalde, 2000).

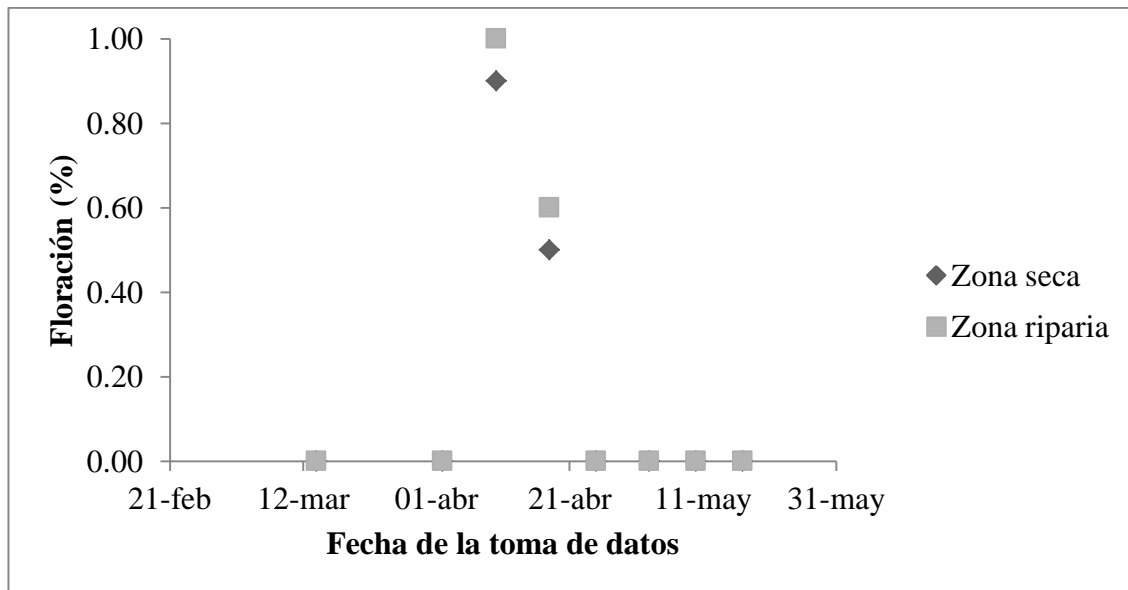


Figura 4. Floración de *Mimosa tenuiflora* (marzo - mayo). En el campus de la Escuela Agrícola Panamericana, 2012.

En el caso de la fructificación de carbón se muestra un alza luego de una segunda floración que se observó el 10 de abril (Figura 4). Esta segunda fructificación ocurrió dos semanas después de la floración y aumentó el doble de frutos ya existentes (Figura 5). En la fructificación hubo dos fechas o picos en que se registró el máximo de fructificación (Cuadro 3).

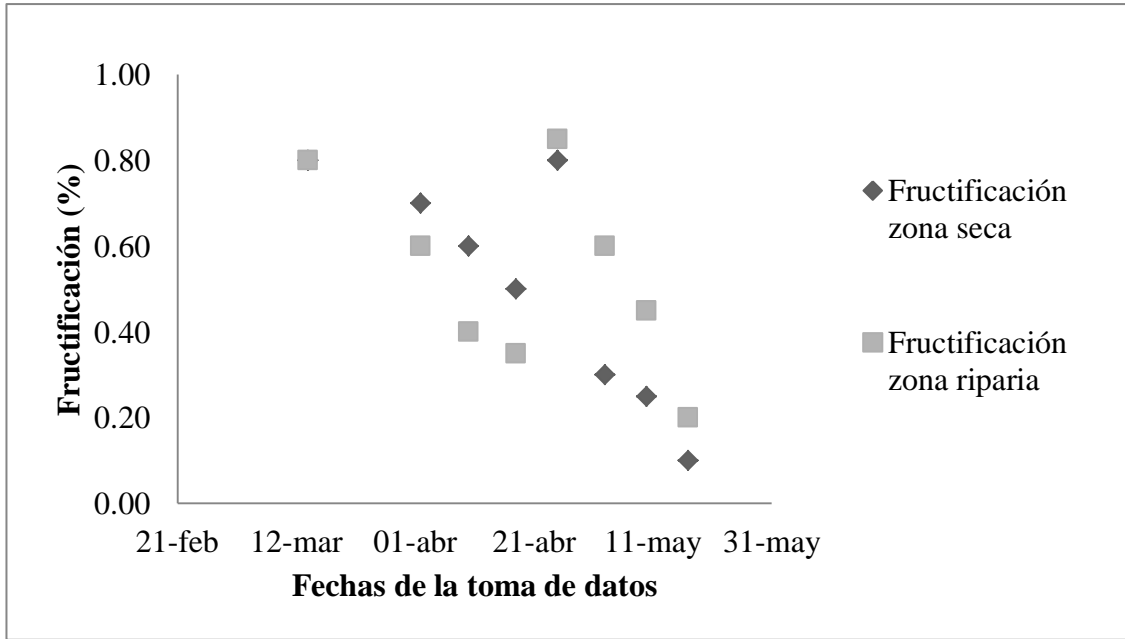


Figura 5. Fructificación de *Mimosa tenuiflora* (marzo - mayo). En el campus de la Escuela Agrícola Panamericana, 2012.

Cuadro 3. Resultados de los análisis de la prueba de T para *Mimosa tenuiflora*.

Comparación	t	P
Fecha de máxima fructificación VS Humedad del suelo (TS)	0.19	0.569
Fecha de máxima fructificación VS Humedad del suelo (TH)	-0.58	0.470
Fecha de máxima fructificación VS elevación	-0.74	0.855

t= Valor de la prueba de t, P = Valor probabilidad, TS = Temporada seca, TH = Temporada húmeda

Las variables predictores de humedad del suelo en la temporada seca y húmeda y también de elevación de *Mimosa tenuiflora* en las variables de respuesta de la floración y la fructificación no hubo diferencia estadísticamente. En las muestras de especímenes colectados de *Mimosa tenuiflora* en el Herbario Paul C. Standley de la Universidad de Zamorano, se observa que esta tiene varias floraciones. Con una mayor incidencia entre los meses de febrero a abril y su fructificación fue más fuerte entre marzo y mayo. Estos datos pueden estar sujetos a sesgo por la fecha en que se realizaron las colectas (Cuadro 4). Los números en el cuadro indica la cantidad de especímenes que mostraron etapas fenológicas en el mes que fue colectado.

Cuadro 4. Patrones fenológicos de *Mimosa tenuiflora* tomados de la colección del Herbario Paul C. Standley.

Fecha	Flores	Frutos
Enero	0	1
Febrero	7	2
Marzo	2	6
Abril	2	2
Mayo	1	2
Junio	1	0
Julio	0	0
Agosto	0	0
Septiembre	1	0
Octubre	0	1
Noviembre	3	2
Diciembre	2	2

Cochlospermum vitifolium. Los individuos de la zona baja tenían una menor cantidad de floración y un ciclo más corto en su periodo de duración (hasta abril). En la zona alta (entre los 1,050 y 1,300 msnm) la intensidad de la floración fue mayor y con un periodo de tiempo más prolongado, hasta principios de mayo (Figura 6). Estos resultados sugieren que la especie estaría migrando en los próximos años a zonas más altas. Según Carrasquilla (2005), el *Cochlospermum vitifolium* es una especie que comienza su floración en diciembre y termina en mayo. La época de la floración coincide con la estación seca.

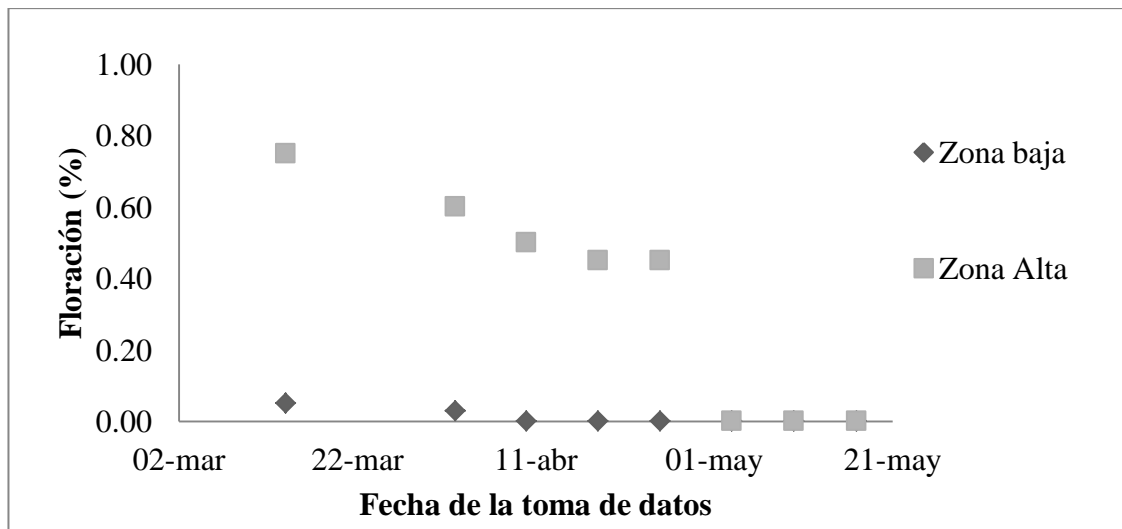


Figura 6. Floración de *Cochlospermum vitifolium* (marzo - mayo). En el campus de la Escuela Agrícola Panamericana, 2012.

El patrón de fructificación muestra una similitud con la floración debido a que la zona baja tiene una menor cantidad de flores, que coincide con una menor cantidad de frutos en un periodo de tiempo más corto. En cambio en la zona alta la intensidad de la fructificación fue mayor tanto en cantidad como en duración pues se prolongó durante más tiempo (Figura 7). Esto podría estar relacionado al éxito reproductivo y es posible que esta especie pueda producir más frutos en las zonas altas, porque los individuos que se encuentran ahí responden mejor a las condiciones bióticas y abióticas del ambiente. Aunque los árboles de la zona baja tienen una menor productividad con respecto a los de mayores alturas, esto no quiere decir que se esté produciendo una adaptación a mayores alturas debido a que en la literatura esta especie se encuentra en un hábitat de bajas alturas entre el nivel del mar y los 1,100 msnm (Viquez 2001).

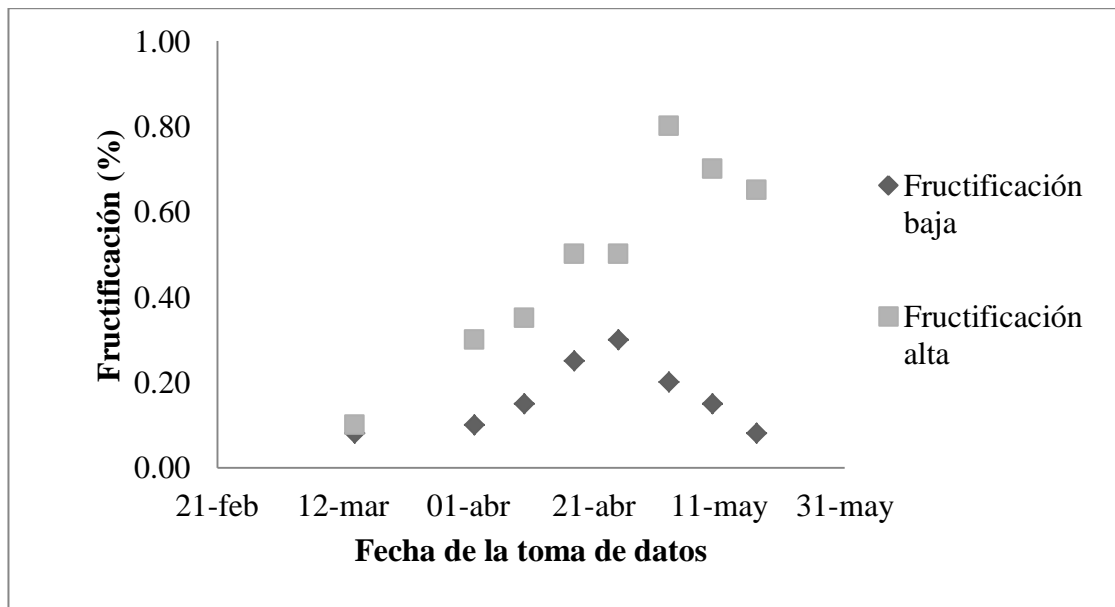


Figura 7. Fructificación de *Cochlospermum vitifolium* (marzo - mayo). En el campus de la Escuela Agrícola Panamericana, 2012.

Se puede observar que la foliación presenta un patrón con las fechas de observación, y esto parece obedecer más a una estacionalidad que a las variables de respuesta que estaban en estudio. Debido a que esta es una especie caducifolia, los árboles pierden sus hojas cuando florecen, desde noviembre hasta mayo o julio (Figura 8).

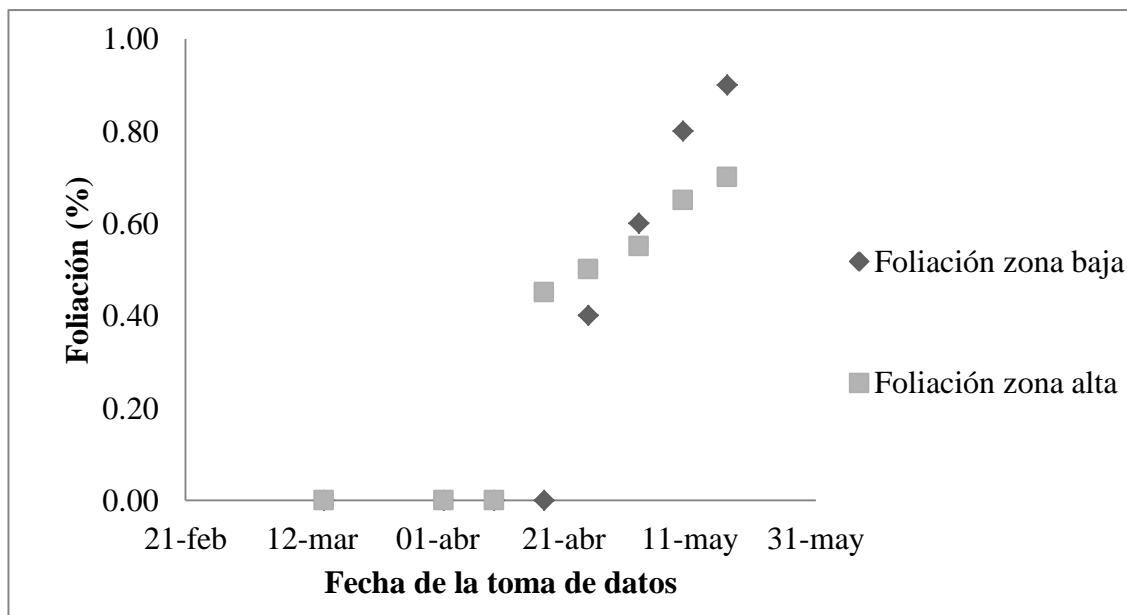


Figura 8. Foliación de *Cochlospermum vitifolium* (marzo - mayo). En el campus de la Escuela Agrícola Panamericana, 2012.

La foliación no fue relacionada significativamente con las variables de humedad de suelo en la temporada seca, o en la temporada lluviosa, ni tampoco con la variable de elevación. Los 20 árboles bajo estudio fueron divididos en cuatro grupos donde cada uno tuvo sus picos de las fases fenológicas en cuatro diferentes semanas. La variable de elevación no tuvo un resultado significativo con la fecha de máxima fructificación del *Cochlospermum vitifolium* (cuadro 5) que se puede deber a mejores condiciones climáticas en zonas altas.

Cuadro 5. Resultados de los análisis no paramétricos de *Cochlospermum vitifolium*.

Tipo de comparación	H	P
Fecha de máxima fructificación VS Humedad del suelo (TS)	0.88	0.645
Fecha de máxima fructificación VS Humedad del suelo (TH)	0.35	0.838
Fecha de máxima fructificación VS elevación	4.08	0.130
Fecha de floración VS % humedad de suelo T.S.	1.39	0.633
Fecha de floración VS % humedad de suelo T.H.	1.72	0.708
Fecha de floración VS elevación	10.06	0.018
Fecha de foliación VS % humedad de suelo T.S.	1.02	0.313
Fecha de foliación VS % humedad de suelo T.H.	3.11	0.078
Fecha de foliación VS elevación	0.25	0.614

GL = Grados de libertad, H = Prueba de H, P = Valor probabilidad, TS = Temporada seca, TH = Temporada húmeda

Cochlospermum vitifolium tienen un patrón fenológico especialmente en la floración, que indica una diferencia en la cantidad y duración en los dos escenarios en estudio durante las ocho observaciones. Lo anterior podría ser producto de la interacción de las variables bióticas y abióticas de los dos escenarios en estudio y que provocan estas diferencias en cantidad y duración. Según Santos (1996) *Cochlospermum vitifolium* da inicio a la floración entre noviembre y febrero en Brasil y según Zamora (1999) la floración para Centroamérica es entre diciembre y marzo. En el área de estudio la floración de esta especie inició antes del estudio, probablemente entre enero y febrero. Mientras la fructificación se manifestó a partir de finales de marzo hasta mayo en la zona baja; en la zona alta se prolongó hasta julio. Una de las razones por la que se pudo prolongar puede deberse al éxito reproductivo, donde los individuos de esta especie posiblemente están respondiendo mejor a la zona alta como un lugar con las condiciones más ideales para su reproducción. La baja reproducción en el valle puede dar lugar a una eventual adaptación en años subsecuentes de la especie de las zonas más bajas a zonas más altas.

Cochlospermum vitifolium es típico de bosques intervenidos y está fuertemente adaptado a la radiación solar directa, e intolerable a la sombra, lo cual concuerda con la estacionalidad de su floración (CONABIO, 1992). Según datos colectados del Herbario Paul C. Standley la floración se observa desde diciembre hasta marzo y la fructificación está entre marzo y junio (Cuadro 6). Esta información coincide con los datos colectados en campo (Figuras 6 y 7).

Cuadro 6. Patrones fenológicos de *Cochlospermum vitifolium* de la colección del Herbario Paul C. Standley, Escuela Agrícola Panamericana, 2012.

Fecha	Flores	Frutos	Foliación
Enero	1	0	0
Febrero	6	0	3
Marzo	3	1	2
Abril	0	1	1
Mayo	0	0	0
Junio	0	3	3
Julio	0	0	0
Agosto	0	0	1
Septiembre	0	0	1
Octubre	0	0	1
Noviembre	0	0	0
Diciembre	2	0	3

4. CONCLUSIONES

- *Cochlospermum vitifolium* puede estar migrando a tierras con mayor elevación ya que se encontraron individuos saludables cercanos a los 1,300 msnm, cuando su ámbito altitudinal según la literatura es de 1,100 msnm. El proceso de fructificación en *Cochlospermum vitifolium* es más lento y con mayor número de frutos en las zonas altas que en las bajas. Esto permite abrir interrogantes como por ejemplo ¿Si la distribución de esta especie está empezando a emigrar a zonas más altas como producto del cambio climático? Esta especie puede ser un bioindicador del cambio climático en el valle del Yeguaré a largo plazo.
- Las muestras de humedad del suelo tomadas a los 10 cm no resultaron relevantes en la fenología de las tres especies, por lo que debería intentarse en el futuro con estudios a 20 cm y 30 cm de profundidad.
- *Cecropia peltata* muestra un comportamiento casi homogéneo en su estado fenológico de foliación, es decir que todos sus individuos comenzaron su foliación al mismo tiempo y lo hacen sin importar el gradiente altitudinal y ecosistema.
- *Cochlospermum vitifolium* a diferencia de *Cecropia peltata* tiene un comportamiento heterogéneo. La mayoría de las variables para este estudio no pudieron explicar su comportamiento fenológico, con excepción de la variable de elevación que sí fue significativa pero se sugiere investigar esta especie con otras variables entre ellas estudios de nutrientes del suelo, calidad y cantidad de luz interceptada (espectro solar).

5. RECOMENDACIONES

- Para estudios fenológicos de este tipo se requiere de más tiempo de observación debido a que ocho semanas no son suficientes para observar patrones fenológicos completos.
- Tomar muestras de suelo a 20 cm y 30 cm de profundidad, cada 15 ó 30 días, para tener más representatividad en los datos. Se sugiere la compra de un medidor digital de humedad Aqueterr o uno mejor.
- Para un estudio más detallado se debería considerar una toma de datos más frecuente, se recomienda dos veces por semana.
- Considerar especies con diferentes enfoques de interés, entre ellas especies de alto valor económico, otras de alto valor genético, especies exóticas o introducidas al bosque seco y especies endémicas.
- Estudiar menos especies pero incluir un mayor número de individuos o sitios en el estudio.

6. LITERATURA CITADA

Alfaro, E. 2002. Response of air surface temperatures over Central America to Oceanic Climate Variability Indices. *Tópicos Meteorológicos* 1: 63–72 p.

Argeñal, F. J. 2010. Variabilidad climática y cambio climático en Honduras. PNUD. Tegucigalpa, Honduras.

Borchert, R. 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica* 15: 0 81 – 89.

Burt, B.L. 1970. The evolution and taxonomic significance of a subterranean ovary in certain monocotyledons. *Israel J. Botánica* 19: 77 – 90.

Camargo Ricalde S. L. 2000. Descripción, distribución, anatomía, composición química y usos de *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae-Mimosoideae) en México. *Biológica Tropical* 48: 939 – 954.

Carrasquilla, L. 2005. Árboles y arbustos de Panamá. Departamento de Botánica. Universidad de Panamá. Panamá. Editora Novo Art. 478 p.

Carvajal, S. & L. González–Villareal. (2005). La familia Cecropiaceae en el estado de Jalisco, México. Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara. México. Universidad de Guadalajara. Colección Flora de Jalisco.

Frankie, G.W., Baker, H.G. & Opler, P.A.. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 62: 881 – 913.

Friedel, M.H., Nelson, D.J., Sparrow, A.D., Kinloch, J.E. & Maconochie, R. 1993. What induces Central Australian arid zone trees and shrubs to flower and fruit? *Australian J. Bot.* 41: 307 - 319.

IPCC. 2007. Climate change 2007. The physical science basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press: Cambridge, UK.

Lieberman, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *J. Ecol.* 70: 791 – 806.

Mejía, M.G. 1990. Fenología: Fundamentos y métodos. In: Seminario Taller en Semillas Forestales Tropicales Bogotá, Colombia. Memoria. Ed. T. Triviño. Bogotá, CO. p. 65 – 79.

Monasterio, M. y Sarmiento, G. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. *J. Biogeography* 3: 325 – 356.

Oliveira, P.E. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: *Cerrado: ambiente e flora* (Sana, S.M. & S.P. de Almeida, eds.), pp. 169 – 192. Embrapa, Penaltina, DF, Brasil.

Viquez, M. 2001. El mundo forestal. Revista en línea. Disponible en: <http://www.elmundoforestal.com/album/index9.html>

Waser, N.M. 1979. Pollinator availability as a determinant of flowering time in ocotillo (*Fouquieria splendens*). *Oecologia* 39: 107 – 121.

Waser, N.M. 1983. Competition for pollination and floral character differences among sympatric plant species: a review of evidence. In: *Handbook of experimental pollination Ecology* (Jones, C.E. & R.J. Little, eds.), pp. 277 – 293. van Nostrand Reinhold, New York.

Wheelwright, N.T. 1985. Competition for dispersers, and the timing of flowering and fruiting in a guild of tropical trees. *Oikos* 44: 465 – 477.

Zamora, N. González J. & Poveda, L.J. 1999. Árboles y Arbustos del Bosque Seco de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.

Zimmerman, J.K., D.W. Roubik & Ackerman, J.D. 1989. Asynchronous phenologies of a neotropical orchid and its euglossine bee pollinators. *Ecology* 70: 1192 – 1195.









7. ANEXOS

Anexo 1. Coordenadas P, UTM y elevación [Datos tomados del GPS]

#	Especie	P	UTM	Elevación (msnm)
1	<i>Cecropia peltata</i>	493920	1552024	1240
2	<i>Cecropia peltata</i>	493891	1552037	1248
3	<i>Cecropia peltata</i>	493666	1552053	1338
4	<i>Cecropia peltata</i>	494182	1552111	1296
5	<i>Cecropia peltata</i>	494184	1552100	1289
6	<i>Cecropia peltata</i>	495452	1549161	1066
7	<i>Cecropia peltata</i>	495557	1549389	1068
8	<i>Cecropia peltata</i>	498241	1548734	834
9	<i>Cecropia peltata</i>	497892	1549019	845
10	<i>Cecropia peltata</i>	499073	1549120	805
11	<i>Cecropia peltata</i>	495425	1549103	1013
12	<i>Cecropia peltata</i>	495408	1548989	1016
13	<i>Cecropia peltata</i>	495424	1549031	1017
14	<i>Cecropia peltata</i>	498966	1549206	806
15	<i>Cecropia peltata</i>	498510	1549198	816
16	<i>Cecropia peltata</i>	498515	1549215	818
17	<i>Cecropia peltata</i>	498542	1549205	815
18	<i>Cecropia peltata</i>	498548	1549182	815
19	<i>Cecropia peltata</i>	498694	1549180	813
20	<i>Cecropia peltata</i>	498864	1549208	812
21	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498120	1548726	838
22	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498198	1548702	835
23	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498235	1548639	832
24	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498210	1548639	833
25	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498185	1548610	831
26	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498137	1548577	830
27	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498017	1548550	830
28	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498086	1548550	833
29	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498257	1548723	835
30	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498291	1548741	835

31	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498516	1549213	817
32	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498598	1549182	817
33	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498824	1549214	810
34	<i>Mimosa tenuiflora</i>	498934	1549220	810
35	<i>Mimosa tenuiflora</i>	499022	1549230	807
36	<i>Mimosa tenuiflora</i>	499086	1549238	806
37	<i>Mimosa tenuiflora</i>	499170	1549209	801
38	<i>Mimosa tenuiflora</i>	499201	1549229	801
39	<i>Mimosa tenuiflora</i>	499278	1549313	800
40	<i>Mimosa tenuiflora</i>	499343	1549363	799
41	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	495540	1549414	1060
42	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	497715	1549070	854
43	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	497643	1549090	857
44	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	498906	1549104	811
45	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	498950	1549110	811
46	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	495515	1549572	1074
47	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	495499	1549712	1106
48	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	495423	1549029	1050
49	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	495404	1548988	1042
50	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	495422	1549077	1054
51	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	495148	1550400	1153
52	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	495113	1550819	1166
53	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	494565	1551217	1263
54	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	495099	1550512	1184
55	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	494963	1550111	1160
56	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	494934	1550089	1156
57	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	494946	1549966	1155
58	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	495947	1549515	1062
59	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	496071	1549493	1061
60	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	496129	1549450	1054

Anexo 2. Fotografías varias de las especies en estudio.

 <p>Marcación de árboles de <i>Cecropia peltata</i> (Marzo) Foto por: Johanna Castillo.</p>	 <p>Árbol seleccionado de <i>Mimosa tenuiflora</i> (Marzo) Foto por: Onil Rodríguez</p>
 <p><i>Cecropia peltata</i> etapa fenológica de foliación (Abril) Foto por: Onil Rodríguez</p>	 <p>Inflorescencia de <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Marzo) Foto por: Onil Rodríguez</p>
 <p>Inflorescencia de <i>Cecropia peltata</i> (Junio) Foto por: Onil Rodríguez</p>	 <p>Fructificación de <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Mayo) Foto por: Onil Rodríguez</p>
 <p>Inflorescencia de <i>Mimosa tenuiflora</i> (Abril) Foto por: Onil Rodríguez</p>	 <p>Etiqueta de marcado de árboles (Febrero) Foto por: Onil Rodríguez</p>

