

Fenología y adaptaciones morfológicas
y anatómicas en especies de
Coccoloba sect. *Rhigia* (*Polygonaceae*)

Trabajo de Diploma

Autor: Marlon Pérez Gómez

Santa Clara

2014

Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Departamento de Biología



TRABAJO DE DIPLOMA

**Fenología y adaptaciones morfológicas y
anatómicas en especies de *Coccoloba* sect. *Rhigia*
(*Polygonaceae*)**

Autor: Marlon Pérez Gómez

Tutor: MSc. Idelfonso Emilio Castañeda Noa

Santa Clara

2014

Agradecimientos:

Primeramente a mi familia. Mi **madre**, por no dudar de mi en ningún momento de mi vida y por ese corazón tan grande que tiene. A mi **padre** por defenderme en los momentos oportunos y estar a mi lado siempre. A mi **hermano**, por ese cariño incondicional y por tenerme siempre en lo más alto. A mi **abuelo** por ese granito de arena de todos los días. Gracias....por estar presentes.

A mi tutor **Idelfonso Castañeda Noa**, por haberme aceptado desde los primeros años de mi carrera. Por tener tanta paciencia conmigo y brindarme su amistad en todo este periodo de mi tesis. Por acogerme como uno más de su familia. En general por su profesionalismo.

A mi madrina **Blanca Tejeda**, por esa fe tan grande que tiene en mi, por enseñarme que hasta lo imposible se puede lograr, con tan solo un poquito de esperanza. Por ser mi segunda madre en todo este tiempo.

A mi hermanita **Dunia Díaz Valdez**, por quererme tanto después de tantas peleas, unas de las personas más importantes de mi vida, por su amor incondicional y su ayuda en los momentos y lugares correctos.

A mis viejos amigos **Rodolfo, Antonio, Daimed y Suleika**, por aguantarme todo estos años y demostrarme que la distancia no es un obstáculo para tener siempre presente los principios de una amistad.

A la gente del barrio, en especial a mi abuela postiza **Lilian Valdez**. Por su preocupación y estar atentos a mí.

A **Maydiel, Michel** y en especial a **Daylon**, por enseñar a este guajiro bruto a defenderse con la cabeza y no con los puños, por aportar ese poquito de conocimiento a mi causa, por tener presente que no importa de dónde vengas o de dónde eres, sino lo que puedas lograr por ser lo que eres. Selle!!!!

A **Frank E. Álamo**, por ser mí amigo sin consecuencias y ser el motor impulsor de la carrera de Biología. Sobran las palabras!!!!

A **Neisy Bárbara García Álvarez**, por ser una de las personas más importante en estos cinco años de la carrera, por estar en la primera línea de fuego junto conmigo, por aguantarme más que nadie y brindarme su amistad. Por ser mi compañera ante todo. Gracias!!!!

A **José Mario (Puma)** por ser mi amigo y enseñarme el mundo de la Blizzard.

A mis **compañeros de aula**, gracias por soportar a este pesado estos cinco años, no mencionare nombres para no errar por cantidad o por lugar de aparición. Gracias por acompañarme en esta aventura y por ayudar a un camagüeyano en los momentos difíciles.

A mis “**muchachos**” del cuarto en especial a **Daniel** e **Ignacio**. Gracias por ayudar a este cavernícola.

A los **profesores** de la carrera de Biología, por enseñarme en el transcurso de estos años.

A la profesora **Maritza** por ayudarme y tener siempre un ladito para mí en la mesa en los días de expediciones.

A los **profesores** y **trabajadores** del Jardín Botánico, en especial a **Juana** por toda su preocupación.

A las **tías del comedor**, por su cariño y compasión a este ser humano.

Gracias a todos... por hacer posible este trabajo

Dedicatoria:

A mis padres, que me ensaaron que con amor, paciencia, esfuerzo y perseverancia, todo se puede lograr en esta vida.

A la Revolución Cubana, por hacer posible este sueo.

Resumen

Con el objetivo de relacionar los caracteres morfológicos y anatómicos y las fenofases de especies cubanas de *Coccoloba* sect. *Rhigia* del Matorral Xeromorfo Espinoso sobre Serpentina, se presentan los resultados del estudio de *Coccoloba armata*, *C. geniculata* y *C. microphylla*. El análisis abarcó aspectos de la caracterización ecológica del microhabitat de cada uno de los individuos censados por especie. Para ello se tuvieron en cuenta formas específicas del microrelieve y las características del sustrato que condicionan esta vegetación la morfología y anatomía de la lámina foliar, la morfología de las flores e inflorescencias estaminadas y pistiladas; así como la morfología del fruto. Los estudios fenológicos abarcaron las diferentes fenofases de hojas, flores y frutos, unido a la observación de agentes polinizadores, visitantes florales y dispersores. Las observaciones tuvieron frecuencia quincenal siguiendo la metodología de Albert *et al.* (1993). El reforzamiento del xeromorfismo anatómicos y morfológicos, así como las fenofases: caída de las hojas, floración y fructificación, están relacionadas con el régimen de pluviosidad donde habitan estas especies. Además, la reducción del tamaño de las flores e inflorescencias y las características del fruto relacionan estas especies con los insectos como polinizadores y con las aves como dispersores.

Palabras claves: anatomía foliar, *Coccoloba* sect. *Rhigia*, dispersión del fruto, fenología, matorral xeromorfo sobre serpentina, morfología floral, polinización.

Abstract

In order to relate morphological and anatomical characters and phenophases manifested in *Coccoloba*'s Cuban species of section *Rhigia*, inhabiting the xeromorphic scrub on serpentine, the results of the *Coccoloba armata*, *C. geniculata* and *C. microphylla* study are presented. The analysis covered aspects related with ecological characterization of each individual's microhabitat. For which, specific forms of microrelief and substrate characteristics that influence the vegetation on serpentine; morphology and anatomy of the leaf blade, morphology of the inflorescence and staminate and pistillate flowers; and fruit morphology were checked. Also phenological studies took into account the different phenophases of leaves, flowers and fruits through observations every fortnightly following the methodology from Albert *et al.* (1993), joint to the observation of pollinators, flower visitors and fruit dispersers. The strength of xeromorphism in anatomical and morphological characteristics and the phenophases of leaf fall, flowering and fruiting are related to the rainfall regime where these species lives. The reduction of the inflorescence and flowers size and fruit features relates these species with insects as pollinators and birds as disperser.

Keywords: leaf anatomy, *Coccoloba* sect. *Rhigia*, fruit dispersal, phenology, xeromorphic scrub on serpentine, floral morphology, pollination.

Tabla de contenidos

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA	3
2.1.- Características del matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina	3
2.2.- Adaptaciones morfoanatómicas de las plantas al ambiente de serpentina	4
2.3.- <i>Coccoloba</i> sect. <i>Rhigia</i> C.Wright ex Griseb.	6
2.4.- Biología de la reproducción en <i>Coccoloba</i>	7
2.5.- Agentes polinizadores y dispersores; especificidades en <i>Coccoloba</i>	8
2.5.1.- Agentes polinizadores	8
2.5.2.- Agentes dispersores.....	9
2.6.- Estudios de anatomía foliar en <i>Coccoloba</i>	10
2.7.- Fenología	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1.- Especies objeto de estudio	12
3.2.- Selección del área para el estudio	14
3.3.- Selección de los individuos para el estudio.....	14
3.4.- Indicadores para el estudio	15
3.4.1- Caracterización ecológica.....	15
3.5.- Visitadores florales, polinizadores y agentes dispersante del fruto	15
3.5.1.- Visitadores florales y polinizadores	15
3.5.2.- Agentes dispersante del fruto	16
3.6.- Fenología	16
3.7.- Estudios morfológicos y anatómicos	17
3.7.1.- Morfología y anatomía foliar	17
3.7.2.- Morfología de flores y frutos	18
4. RESULTADOS	20

4.1.- Caracterización ecológica	20
4.2.- Resultados de los estudios morfológicos y anatómicos	22
4.2.1- Caracterización de la morfología y anatomía foliar	22
4.2.2- Caracterización de la morfología floral y de frutos.....	30
4.3 - Visitadores florales, polinizadores y agentes dispersante del fruto	35
4.3.1.- Visitadores florales y polinizadores	35
4.3.2.- Agentes dispersante del fruto	35
4.4.- Resultados de los estudios fenológicos	36
5. DISCUSIÓN.....	39
5.1.- El hábito arbustivo y las hojas micrófilas como expresión de xerofitismo en <i>Coccoloba armata</i> , <i>C. geniculata</i> y <i>C. microphylla</i>	39
5.2.- El indumento, las ceras epicuticulares y la anatomía de la hoja como evidencia de xeromorfía en las especies de <i>Coccoloba</i> objeto de estudio	39
5.3.- Estado de dioecia criptica y relación planta-animal en <i>Coccoloba armata</i> , <i>C. geniculata</i> y <i>C. microphylla</i>	41
5.4.- Análisis de los resultados sobre fenología	42
6. CONCLUSIONES	44
7. RECOMENDACIONES.....	45
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
9. ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN

El género *Coccoloba* presenta alrededor de 120 especies neotropicales (Brandbyge 1993, Mabberley 2008). En la flora de Cuba, según Castañeda (inédito), *Coccoloba* está representado por 35 taxones, de los cuales 24 son endémicos, y cuenta con el 60,7 % de las especies antillanas de este género.

Según Howard (1958), Brandbyge (1993), Zomlefer (1994), Melo (2004), Simpson (2006), Judd *et al.* (2008), la presencia de estípulas concrescentes formando ócreas constituye el rasgo más distintivo de este género; las flores se agrupan en inflorescencia, son relativamente pequeñas y funcionalmente unisexuales; mientras que el fruto constituye un antocarpio tipo acrosarco, con el perianto acrescente.

Sobre las especies cubanas de *Coccoloba* (Castañeda, inédito), refiere que en su mayoría corresponden a la sección *Coccoloba* (*Coccoloba* sect. *Coccoloba* Lindau), que agrupa a arbustos y árboles pequeños, donde las inflorescencias constituyen tirso indeterminados, manifestándose una reducción de las ramas laterales; sin embargo, están presentes un grupo de especies estrictamente arbustivas, (*Coccoloba* sect. *Rhigia* C. Wright ex Griseb.), con hojas micrófilas y las inflorescencias en forma de fascículos en el extremo de las ramas laterales.

Los representantes de la sección *Rhigia* habitan fundamentalmente en sustratos derivados de la serpentina, en calizas costeras o sabanas arenosas, aspecto que determina sus características xeromórficas y su relación con adaptaciones a la polinización y dispersión del fruto y de la semilla; sin embargo, se desconoce cuáles son las adaptaciones morfoanatómicas y el comportamiento fenológico que les permiten a estas especies desarrollarse en las condiciones ecológicas extremas que caracterizan a estos tipos de ecosistemas. Teniendo en cuenta esta problemática se realiza el presente estudio, que tiene como objetivo:

Objetivo general:

- ✓ Relacionar los caracteres morfológicos y anatómicos, así como las fenofases que se manifiestan en especies cubanas de *Coccoloba* sect. *Rhigia*, con las características ecológicas del matorral xeromorfo sobre serpentina.

Objetivos específicos:

- 1.- Determinar las adaptaciones morfoanatómicas en especies cubanas de *Coccoloba* sect. *Rhigia*, relacionadas con las características ecológicas del matorral xeromorfo sobre serpentina.
- 2.- Delimitar las diferentes fenofases que se manifiestan en cada una de las especies relacionadas con las características ecológicas del matorral xeromorfo sobre serpentina.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1.- Características del matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina

La vegetación que se desarrolla sobre el tipo de suelo serpentinoso son formaciones vegetales xerófitas siempreverdes arbustivas, que se originan sobre rocas ultrabásicas (Berazaín 1979). Entre los tipos de vegetación que se presentan sobre este tipo de roca se encuentra el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina, llamado comúnmente cuabal, con una ecología particular, ya que este tipo de suelo contiene altas cantidades de elementos pesados como níquel y cromo que le confieren cierta toxicidad para las plantas, siendo uno de los aspectos que le atribuye el más alto endemismo y riqueza de especies dentro de nuestra flora (Borhidi 1991, Claro 1985).

Este tipo de vegetación se distribuye en zonas llanas o colinosas desde Cajalbana, en Pinar del Río hasta los alrededores de la Ciudad de Holguín, donde cada uno de estos núcleos presentan gran cantidad de especies endémicas de la flora; también hay endémicos comunes de dos o más núcleos que establecen las relaciones florísticas (Samek 1973, Berazaín 1979, Borhidi 1991, Claro 1985).

Según Capote & Berazaín (1984), los matorrales xeromorfos espinosos sobre serpentina son formaciones arbustivas densas, entre 2 y 4m de alto, donde predominan las especies micrófilas y nanófilas, con árboles aislados emergentes de 6-8m de alto; un estrato herbáceo abierto con el predominio de geófitos y caméfitos. Berazaín (1979), Capote & Berazaín (1984), Claro (1985) y Borhidi (1991) coinciden en los criterios de caracterización de esta formación vegetal: en general, las plantas son espinosas y micrófilas, las suculentas no son abundantes, están presentes *Melocactus ssp.*, *Pilosocereus ssp.*, *Harrisia ssp.*; las plantas epífitas, los helechos, musgos y hepáticas también se encuentran poco representadas.

Berazaín (1979), Claro (1985) y Borhidi (1991), afirman que los suelos donde se desarrolla este tipo de vegetación son fersialíticos ferro-magnesial y esqueléticos, caracterizados por una alta presión osmótica, que provoca un alto poder de

retención del agua, constituyendo el principal factor limitante para la vida de las plantas; este aspecto, unido a la baja potencia que presenta este tipo de suelo, así como una topografía de ondulante a colinosa y un drenaje bien establecido, trae como consecuencia una sequía fisiológica del suelo, aunque las precipitaciones anuales están comprendidas entre 1000-1600mm, con una estación seca mayormente en los meses de invierno.

2.2.- Adaptaciones morfoanatómicas de las plantas al ambiente de serpentina

Las adaptaciones de las plantas a las condiciones xeromórficas son expuestas por Evert (2006) y en Cuba han sido objeto de estudio, entre otros autores por Berazaín (1979), y Borhidi (1991) siendo las características más relevantes:

1.- Una fuerte cutinización del área foliar, que trae consigo una reducción de los meatos intercelulares que se favorece por el desarrollo de una cubierta epidérmica más gruesa. Este carácter, unido a la disminución del número de estomas o localización de los mismos en surcos o criptas, con protección de pelos, así como la reducción de la superficie foliar, disminuye, en gran parte, la transpiración.

2.- La rápida lignificación y desarrollo de tejidos mecánicos, así como el desarrollo del súber o corcho, proporciona la protección en el tallo y la rigidez de todos los órganos aéreos que deben permanecer durante largos períodos en estado de marchitez.

3.- Desarrollo del tejido acuífero hasta originar formas crasas. Así algunas especies evaden la sequía aparente que existe en los suelos derivados de serpentina, dado que presentan mecanismos de retroalimentación a partir del agua almacenada.

4.- Cortedad de los entrenudos e irregularidad en la forma de los tallos y ramas, debido a la escasez de agua y a la poca potencia del sustrato, lo que determina que las especies se presenten de forma achaparrada, pero con gran desarrollo del aparato radicular a veces el doble del tamaño de la parte aérea de la planta.

5.- La reducción de las sumidades y ramificaciones a espinas, lo que permite disminuir aún más la transpiración.

6.- Un gran número de especies herbáceas poseen un ciclo de vida corto, para pasar en estado de semilla los períodos más desfavorables. Esto se fundamenta en que las semillas son las diásporas que mayor resistencia poseen a las condiciones adversas.

Díaz & Rankin (1998), revelan diferencias en el patrón epidérmico de algunos grupos de plantas que crecen sobre serpentina; estas son: la existencia de ceras epicuticulares formando láminas distribuidas por toda la superficie, sin orientación precisa, y la fuerte lignificación o cutinización de la epidermis.

En un estudio de la flora sobre serpentina al Sur de Santa Clara, Noa & Castañeda (1998), señalan que las principales tendencias al xerofitismo son la microfilia, la estenofilia, la espinescencia y la succulencia; también la presencia de nueve especies con borde espinosos dentado.

Según plantea Borhidi (1991), la xeromorfía debe considerarse como un complejo de síntomas de adaptación; es decir, como un síndrome adaptativo de mecanismo de respuesta al estrés que se desarrolla como consecuencia de una adaptación a los choques y tensiones ecológicas causadas por la falta de distintos factores. Según este autor, estos caracteres se fijan genéticamente y se expresan morfológicamente en las plantas y en la vegetación; por otro lado, plantea que en algunos casos el carácter xeromórfico de una especie de serpentina no refleja la sequía verdaderamente existente en el hábitat, sino que es una manifestación de la deficiencia de nutrientes y microelementos indispensables.

Sobre la pobreza en nutrientes (Borhidi 1991), plantea que es un factor determinante, pues el metabolismo de las plantas serpentinícolas es mucho más lento que en plantas que crecen en otros tipos de rocas y de suelos. Este fenómeno es un carácter de adaptación irreversible de este tipo de planta, donde el aspecto

general de la vegetación es bastante uniforme, a pesar de que los factores ecológicos limitantes pueden ser muy distintos.

Por otro lado, las particularidades físicas del suelo, donde las serpentinas ejercen una influencia importante sobre el desarrollo de la morfología de las plantas y de la vegetación, son también expuestas por Borhidi (1991); este autor refiere que en algunos casos el carácter xeromórfico no refleja la sequía verdaderamente existente en el hábitat, sino que es una manifestación de la deficiencia del suelo en nutrientes y micro-elementos indispensable, por lo que la xeromorfía de la vegetación de serpentinas puede considerarse como la respuesta de las plantas al estrés.

2.3.- *Coccoloba* sect. *Rhigia* C.Wright ex Griseb.

Grisebach (1866), publicó *Coccoloba* sect. *Rhigia* C. Wright ex Griseb., en la que agrupó a un reducido número de especies arbustivas, muy ramificadas, y las inflorescencias con el eje extremadamente corto, paucifloras. Las especies que se incluyeron en esta sección fueron: *C. microphylla* y *C. armata* *C. geniculata*, de la flora cubana y *C. subcordata* (DC.) Lindau, especie endémica de la Española.

Posteriormente, Castañeda (inédito), en un análisis filogenético del género *Coccoloba* en las Antillas ofrece una descripción más detallada de esta sección y se amplía el número de especies:

- ✓ Arbustos muy ramificados, ramas laterales con braquiblastos cortos a veces espinescentes. Lámina foliar de 0,3 hasta 1,8 (-2) cm de largo; inflorescencias simples, paucifloras, en forma de fascículos o tirso racemiformes o espiciformes con el raquis de hasta 1,8 (-2,5) cm de largo; frutos con el aquenio trígono o globoso, envuelto por el perianto carnosos. Distribución: Cuba y la Española; en Cuba siete especies endémicas: *Coccoloba armata*, *C. geniculata* y *C. microphylla* de amplia distribución en los matorrales espinosos sobre serpentina; *C. howardii*, exclusiva de las sabanas arenosas y matorrales espinosos sobre serpentina al norte de Camagüey y Las Tunas; por último, *C. cristalensis* y *C. oligantha* en macizo Nipe- Sagua- Baracoa, en Cuba oriental.

2.4.- Biología de la reproducción en *Coccoloba*

Lindau (1890), citado por Castañeda (inédito), consideró a las flores de *Coccoloba* como perfectas y solo raramente unisexuales por aborto, de esta forma, interpretó que los estambres pudieran ser exertos en la flor para algunas de las especies del género e incluidos en otras; sin embargo, Howard (1949, 1957a, 1957b, 1958, 1959a, 1992), basado en un intenso trabajo de campo y de revisión de materiales de herbario, pudo esclarecer que las flores de *Coccoloba* son perfectas, pero funcionalmente unisexuales en plantas dioicas; posteriormente Melo *et al.* (2003), hace referencia a la presencia de flores estaminadas y andróginas, mientras que Castañeda (inédito) registra este fenómeno en *Coccoloba uvifera*, lo que infiere la existencia de plantas monoicas en este género.

Las flores son actinomorfas y pentámeras, el perianto monoclamídeo con los tépalos soldados en la base. El androceo está formado por ocho estambres iguales, los filamentos ensanchados en la base y soldados, formando un anillo alrededor de la base de los tépalos. Según Melo *et al.* (2003), las anteras poseen el mismo desarrollo en las flores estaminadas y andróginas, pero se encuentran reducidas y estériles en las flores pistiladas. El ovario es súpero, constituido por tres carpelos soldados, tres estilos libres y tres estigmas lobados o capitados; este forma una única cavidad donde se desarrolla un solo óvulo ortótropo de disposición basal, suspendido por un largo funículo que lo eleva hasta el centro de la cavidad del ovario.

Melo *et al.* (2003) refiere que Laubengayer (1937) consideró a las flores de *Coccoloba* como períginas teniendo en cuenta la posición de los estambres y la posición del gineceo dentro de la cavidad del tubo del perianto; sin embargo, el ovario es libre e independiente dentro de la cavidad sin ocurrencia de adherencia a los tejidos adyacentes; también plantea que las paredes del tubo del perianto está formada por la unión de los tépalos y la adherencia de las bases de los filamentos, siendo por tanto, de naturaleza apendicular. En la cavidad formada por el tubo del perianto, se encuentra un disco nectarífero continuo de naturaleza estaminal que

envuelve total o parcialmente al ovario; este se origina a partir de células de la base de los filamentos (Melo 2004).

Según Castañeda (inédito), las inflorescencias se encuentran en posición terminal de las ramas, sean estas ramas principales o laterales; el eje de la inflorescencia se encuentra articulado al último nudo que soporta a la hoja en esa rama, por lo que la ócrea correspondiente envuelve a la base del pedúnculo de la inflorescencia. En cada nudo de la inflorescencia las flores están subtendidas por una bráctea reducida y cada flor por dos bractéolas fusionadas, dando lugar a la ocréola.

En las especies cubanas de este género, las inflorescencias constituyen tirsos indeterminados, manifestándose una reducción extrema de las inflorescencias parciales; las flores pueden ser pediceladas, entonces se está en presencia de un tirso racemiforme, por el contrario, si las flores son sésiles o sentadas, forman tirsos espiciformes. En los representantes de *Coccoloba* sect. *Rhigia*, la inflorescencia, constituye un solo fascículo paucifloro, observándose la reducción extrema del eje floral.

2.5.- Agentes polinizadores y dispersores; especificidades en *Coccoloba*

2.5.1.- Agentes polinizadores

Los procesos reproductivo que permiten la continuidad de las especies vegetales son la polinización, que implica la transferencia de polen desde la antera al estigma de la flor en una misma planta o de otra diferente (Begon 1996, Faife *et al.* 2012) y la dispersión que es el proceso mediante el cual se produce el movimiento de un organismo o propágulo de un lugar a otro (Judd *et al.* 2008, Simpson 2006).

Según (Fenter *et al.* 2004, Faife *et al.* 2012), en flores y frutos se manifiestan combinaciones de características asociadas con la atracción y utilización de un grupo específico de animales sean como polinizadores o dispersores, que se denominan síndromes de polinización y dispersión, respectivamente.

En un estudio realizado en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentinas al suroeste de Santa Clara, Cuba (Faife *et al.* 2012), el síndrome de polinización que predomina es el entomófilo con un 90 % de las especies analizadas; según este autor, este aspecto puede explicarse por la micrantia manifiesta de su flora, cuestión que limita el tipo de polinizador, lo cual puede conferir la alta especificidad a las relaciones planta-polinizador que predomina en este tipo de vegetación, donde se destacan las abejas, polillas y escarabajos. Según Borhidi (1991), las especies de plantas en este tipo de vegetación, se caracterizan por presentar flores pequeñas, generalmente polinizadas por insectos de pequeño tamaño, en su mayoría endémicos, que usualmente no son capaces de volar largas distancias y viven al resguardo de las propias plantas.

Zomlefer (1994), y Judd *et al.* (2008), expresan que en *Polygonaceae* las flores son pequeñas, con tépalos blancos o rojos, polinizadas por diferentes tipos de insectos como abejas y moscas. Ordetx (1952), considera a *Coccoloba uvifera* y *C. diversifolia* entre las de importancia en la flora apícola tropical.

2.5.2.- Agentes dispersores

Al analizar los resultados de los síndromes de dispersión (Faife *et al.* 2012), predominan las especies autócoras y anemócoras, que se caracterizan por presentar frutos en cápsulas, legumbres y aquenios acompañados por vilano, entre otros. También refieren a la ornitocoría, donde muchas plantas, poseen frutos carnosos, de colores contrastantes y generalmente pequeños, que en algunos casos podrían depender del paso de sus semillas por el tracto digestivo de las aves dispersoras como tratamiento pregerminativo (Trsveset *et al.* 2001, Faife *et al.* 2012).

En relación a la dispersión del fruto en *Coccoloba*, Judd *et al.* (2008), plantea que son dispersados por aves, relacionando este aspecto con las características del proceso de la maduración, donde la envoltura del aquenio por el perianto se vuelve carnosa y mayormente de color violáceo oscuro o rojo, semejantes a una drupa.

2.6.- Estudios de anatomía foliar en *Coccoloba*

Brandbyge (1990, 1993) y Leite *et al.* (2001), refieren en estudios anatómicos de especies de *Coccoloba*, la presencia de una cutícula lisa, reticulada o estriada, que varía en espesor según las condiciones ambientales donde se desarrollan las plantas.

Las hojas anfiestomáticas son poco común en *Coccoloba*; Metcalfe & Chalk (1950), observaron este carácter solo en *Coccoloba ovata*, mientras que Leite *et al.* (2001), lo observaron en *C. alagoensis* y en *C. lucidula*; en esta última especie, solo asociados a la región de la vena media. En relación al tipo de estoma, Metcalfe & Chalk (1950), refieren para *Coccoloba* estomas circundados por distintas células subsidiarias; sin embargo, Leite *et al.* (2001), clasifican a los estomas en este género principalmente del tipo anisocíticos o anomocíticos.

La presencia de hipodermis en *Coccoloba* fue registrada específicamente en *C. uvifera* por Solereder (1908), y en *C. cerifera* por Milanez (1951). Leite *et al.* (2001) señalan que este aspecto no fue observado en las especies brasileras de este género, estudiadas por ellos. La ausencia de hipodermis en las especies de *Coccoloba* de la Amazonía brasileras que fueron incluidas en el estudio, puede estar relacionado a las condiciones ambientales húmedas de esta región.

Inclusiones de oxalato de calcio (drusas), aisladas o agrupadas, de diferentes tamaños, pueden encontrarse en el mesofilo de la hoja (Leite *et al.* 2001, Milanez 1951).

2.7.- Fenología

Font Quer (1965), define como fenología el estudio de los fenómenos biológicos que poseen cierta periodicidad, como la floración y la brotación, fuertemente influenciados por las condiciones climáticas de la localidad en que ocurren. Estos patrones de comportamiento en la planta varían regularmente entre familias, género o especies, e incluso de individuo a individuo, dependiendo de los factores ambientales, así como las relaciones entre las plantas y los animales (Ramírez & Brito 1987). Estudios fenológicos realizados a nivel de individuos y de comunidades,

han relevado variaciones espaciales y temporales en los patrones fenológicos. Estos patrones, muchos han sido descrito, pero todavía permanecen oscuros (Bawa & Ng 1990).

La fenología de las plantas tiene a menudo un gran impacto en poblaciones de animales; esta puede causar cambios temporales en la disponibilidad de recursos. A su vez, los sucesos fenológicos pueden ser afectados tanto por factores bióticos mediante la competencia, herbivoría, polinización, y dispersión de semillas, como por diferentes variables climáticas (Sakai *et al.* 1999). De igual forma, en las plantas que tienen agentes bióticos como polinizadores y dispersores de semillas, el período de actividad de los animales es la mayor fuerza que determina el tiempo de floración y fructificación (Smith *et al.* 1998).

Por otro lado, la actividad reproductiva en un momento incorrecto puede traer graves consecuencias tanto para los animales como para las plantas; por ejemplo, puede ocasionar el fracaso de un polinizador por encontrar polen o néctar, o de una flor para ser polinizada (Inouye 2008). Así que la floración simultanea entre individuos de una misma especie, resulta una estrategia adaptativa para una exitosa polinización y dispersión de la semilla (Stevent *et al.* 1987).

Según Ortiz (1990), la fenología debe tenerse en cuenta en la primera etapa del estudio de cualquier ecosistema, junto con el reconocimiento florístico. Otro aspecto importante a considerar es lo planteado por (Bawa & Ng 1990), sobre la fenofase reproductiva; esta involucra el conocimiento de los aspectos morfológicos, fisiológicos y algunos casos genéticos, que establecen el comportamiento reproductivo de una especie vegetal, permitiendo determinar la estructura floral y los hábitos de polinización natural.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Especies objeto de estudio

Fueron seleccionadas tres especies de *Coccoloba* sect. *Rhigia* que habitan en el matorral xeromorfo sobre serpentina: *Coccoloba armata* C. Wright ex Griseb., *C. geniculata* Lindau y *C. microphylla* Griseb. Estas especies son endémicas de la flora cubana y están bien representadas en los matorrales espinosos sobre serpentina de toda la isla. A continuación se ofrece un resumen de las características de cada una de ellas según León & Alain (1951).

Coccoloba armata C. Wright ex Griseb.

Arbusto muy ramificado de 1-3 m; caducifolio. Ramas cortas laterales comúnmente en un solo plano, pubérula en las partes jóvenes, nudos ligeramente engrosados. Hojas coriáceas; pecíolo de 1-2 mm, cilíndrico, ligeramente canaliculado en la parte superior, engrosado en la base, insertado en la base de la ócrea; lámina aovada, comúnmente reflexa. Flores verde-amarillentas, pedicelos insertos en las ocreólas; flores estaminadas y flores pistiladas 1-2 (3), solitarias en cada nudo de la inflorescencia. Frutos ovoides, estrechados hacia ambos extremos, rojos volviéndose negro-violáceos al madurar, los lobos del perianto adpresos, glabros (Figura 1).

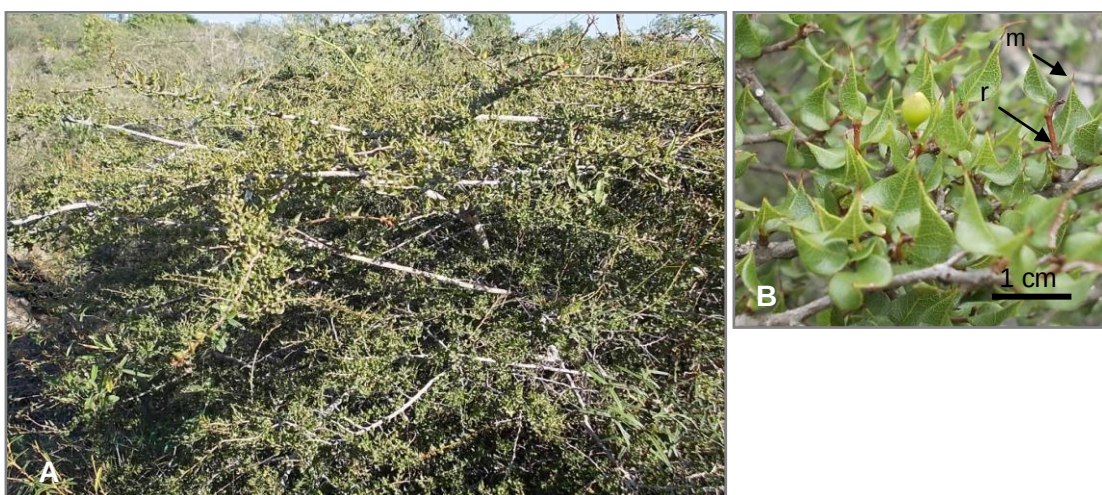


Fig. 1: A- *Coccoloba armata*. B- obsérvese las ramas cortas (r) y hojas mucronadas (m).

Coccoloba geniculata Lindau

Arbusto muy ramificado de 1-2 m, subperennifolio. Ramas cortas comúnmente geniculadas, pubérulas; nudos ligeramente engrosados. Hojas coriáceas; pecíolo canaliculado en la parte superior, engrosado en la base, de 2-3 mm, insertado en la base de la ócrea; lámina ovada a anchamente elíptico-ovada. Flores rosadas, pedicelos insertos en las ocréolas; flores estaminadas (solamente hasta 8 flores) 2-3 por cada nudo de la inflorescencia; flores pistiladas solitarias en cada nudo de la inflorescencia (solamente tres flores, una por cada nudo). Frutos ovoides, los lobos del perianto subcoronados (Figura 2).



Fig. 2: *Coccoloba geniculata*; r- ramas cortas laterales; f- inflorescencia en forma de fascículo.

Coccoloba microphylla Griseb.

Arbusto muy ramificado de 1-2 m; caducifolio. Ramas comúnmente geniculadas, dispuestas en un solo plano, con ramas cortas bien desarrolladas asemejándose a espinas; nudos ligeramente engrosados. Hojas membranosas a subcoriáceas; pecíolo ligeramente canaliculado, insertado en la parte media de la ócrea; lámina orbicular-reniforme. Flores verde-amarillentas, pedicelos equivalentes a las ocréolas o insertos. Frutos desconocidos (Figura 3).



Fig. 3: *Coccoleba microphylla*. A- aspecto general de la planta. B- Obsérvese las ramas laterales cortas y dispuestas en un solo plano (r).

3.2.- Selección del área para el estudio

El área para el estudio se localiza en las serpentinas del suroeste de la ciudad de Santa Clara, provincia Villa Clara, a los 22° 24' N y los 79° 59' O, puntos de coordenadas tomados con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Forma parte de las Alturas de Cubanacán y está atravesada por uno de los afluentes del río Yabú. Limita al norte con el Reparto "José Martí", al sur con el Motel "Los Caneyes" y la carretera que conduce hasta esta entidad turística, al este con la "Escuela Formadora de Maestros Primarios" y el "Colegio Universitario de Formación Básica" de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Esta zona tiene una extensión total de aproximadamente 27 ha, en donde se conservan solo unas 10 ha de parches de vegetación con rasgos originales de la flora y fisonomía del matorral xeromorfo espinoso (Méndez *et al.* 2013).

3.3.- Selección de los individuos para el estudio

Se seleccionaron 10 individuos por cada especie objeto de estudio. Estos fueron censados al azar, pero teniendo en cuenta que se encontraran en áreas donde se conserva la estructura de la vegetación y la composición florística se correspondiera con especies del matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina. Otro aspecto que

se tuvo en consideración es que los individuos censados en todos los casos fueran adultos, con capacidad reproductiva.

3.4.- Indicadores para el estudio

3.4.1- Caracterización ecológica

Para la caracterización ecológica, se tiene en cuenta formas específicas del microrelieve que condicionan a la vegetación sobre serpentina, en relación a los factores climáticos, estableciéndose los siguientes criterios:

- ✓ Expuesta: La planta se localiza en espacios abiertos, expuestos a la mayor radiación solar y el viento.
- ✓ Medianamente expuesta: La planta se ubica en lugares donde existe menor influencia del sol, y/o está protegida por la propia vegetación.

El tipo de sustrato es el otro aspecto que se tuvo en cuenta en la caracterización ecológica de cada uno de los individuos censados en cada una de las especies objeto de estudio. Este se clasificó en:

- ✓ Suelo pedregoso con arrastres de sedimentos: Se presenta en los lugares donde confluyen los arrastres de las pendientes del terreno, mayormente asociado a los flujos de las aguas pluviales.
- ✓ Suelo esquelético-pedregoso: Existe afloramiento de la roca, pobre desarrollo del suelo, observándose un proceso activo de meteorización por su carácter pedregoso y fácil desintegración de la roca.
- ✓ Suelo esquelético-compacto: También la roca aflora en la superficie, es compacta, no existe pedregosidad.

3.5.- Visitadores florales, polinizadores y agentes dispersante del fruto

3.5.1.- Visitadores florales y polinizadores

En el pico de floración de cada una de las especies de *Coccoloba*, se realizaron observaciones directas sobre los visitadores florales. Se realizaron observaciones durante un día, en una frecuencia de cada dos horas, iniciando en el amanecer y

abarcando todas los momentos del día y de la noche. Se tomó el tipo de insecto visitante y si hacia contacto o no con las estructuras reproductivas.

Con el fin de identificar los visitantes florales de la especie, se realizaron fotografías y recolectas de especímenes, siempre que fueran posibles. Los insectos fueron identificados en el Laboratorio de sanidad vegetal de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

3.5.2.- Agentes dispersante del fruto

En el pico de maduración del fruto en cada una de las especies de *Coccoloba*, se realizaron observaciones directas sobre los agentes dispersantes. Al igual que con los visitantes florales se realizaron observaciones durante un día, abarcando todas los momentos del día y de la noche.

3.6.- Fenología

Se tuvo en cuenta el período de observación desde marzo de 2013 hasta marzo de 2014; además se enriqueció la información de cada una de las fenofases en las especie objeto de estudio, con la revisión de materiales de herbario existentes en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (ULV), Jardín Botánico Nacional (HAJB), e Instituto de Ecología y Sistemática de la Academia de Ciencias de Cuba (HAC).

Se realizaron visitas al campo con una frecuencia quincenal siguiendo la metodología de Albert *et al.* (1993). A cada individuo se le registró la presencia de las fenofases siguientes:

- ✓ Sobre la hoja: inicio caída de hojas, estado caducifolia, inicio desarrollo de hojas, hojas maduras.
- ✓ Sobre las flores: inicio de formación de botones, botones desarrollados, inicio de apertura floral, flores abiertas y caída de las flores.
- ✓ Sobre los frutos: inicio formación de fruto, fruto en desarrollo, frutos maduros y caída de frutos

Se determinó la duración de la floración siguiendo los criterios Ramírez & Brito (1987)

- ✓ Floración corta (uno a tres meses)
- ✓ Floración larga (más de cuatro meses)

3.7.- Estudios morfológicos y anatómicos

3.7.1.- Morfología y anatomía foliar

En el estudio de los caracteres foliares se tomaron cinco hojas adultas por cada individuo en las especies de *Coccoloba* objeto de estudio. Los caracteres morfológicos evaluados son los siguientes: pecíolo (longitud, grosor); lámina foliar (largo, ancho, ápice, base, forma, textura, superficie de la haz y del envés, margen e indumento).

Para los estudios anatómicos se utilizaron materiales de herbario. Las hojas fueron hidratadas por calentamiento en baño de María entre 60-80 °C, utilizando una solución de agua y detergente en proporción 1:1; luego se mantuvieron en agua destilada y glicerina en proporción 1:1 por 24 horas, según la técnica de Peña & Saralegui (1982).

Los cortes transversales se realizaron en un área de aproximadamente por encima de la base de la hoja e incluyendo la vena media; en el pecíolo los cortes se realizaron en la parte medial. Estos fueron hechos a mano con una cuchilla de afeitar utilizando un soporte de poliespuma; luego se tiñeron con safranina y se diferenciaron con alcohol al 70 %, posteriormente se lavaron con agua destilada, según la metodología de Peña & Saralegui (1982). Con cada uno de los materiales se elaboraron preparaciones semipermanentes con gelatina glicerizada, selladas con parafina, para su posterior estudio.

El estudio de la epidermis se complementó con el desprendimiento de la misma por calentamiento en baño de María entre 60-80 °C durante tres a cinco minutos,

utilizando una solución de HNO_3 y agua destilada en proporción 1:1; las secciones de tejido obtenidas se lavaron repetidamente con agua destilada y a través del estéreo-microscopio se logró el desprendimiento total y limpieza utilizando pinza, aguja enmangada y pincel; a continuación, las muestras se sumergieron en HCL al 10 % durante dos a tres minutos, luego se aplicaron lavados con agua destilada y se procedió a la tinción con safranina; por último, el montaje de las preparaciones en gelatina glicerizada, selladas con parafina. Las observaciones se realizaron en un microscopio óptico de campo brillante marca ZEISS Nf, con aumento de hasta 400X y se tomaron fotos de las estructuras estudiadas con una cámara acoplada marca NIKON COOLPIX 1.23.

Los caracteres analizados se presentan a continuación: **epidermis adaxial**: forma de las células vista frontal, número de estratos celulares, grosor de la cutícula respecto a la epidermis, definida como gruesa si se encuentra entre la mitad y 1/3 o más del ancho de las células epidérmicas, como mediana si alcanza 1/3 del ancho de las células correspondientes, y como delgada, si es menor que 1/3 del ancho de las células correspondientes; presencia de ceras epicuticulares; **hipodermis**: presencia, número de estratos; **epidermis abaxial**: forma de las células vista frontal; **estomas**: tipo, presencia en ambas superficies de la hoja y número de estomas por campo; la terminología del aparato estomático que se utiliza aquí sigue los criterios que Wilkinson (1979); **mesofilo**: número de capas del parénquima clorofílico de empalizada, presencia de parénquima clorofílico de empalizada por encima de la vena media. Presencia de drusas en el mesofilo; **venas**: forma de revestimiento y continuidad de las fibras esclerenquimatosas en la vena media y en venas laterales.

3.7.2.- Morfología de flores y frutos

De forma particular en las flores, en todos los casos posibles, las estructuras sexuales se observaron directamente en el campo, utilizando una lupa con aumento de 20X; para facilitar las mediciones de las estructuras florales, se utilizó un estéreo-microscopio Comecta SA con aumento de 200X. Se utilizó material preservado en solución de Formaldehído, Ácido acético y Alcohol etílico 70 °C (FAA); en caso de utilizar materiales herborizados, se aplicó la hidratación a las estructuras, en una

solución de agua y detergente líquido en proporción 1/1, según Peña & Saralegui (1982). Los caracteres morfológicos evaluados son los siguientes:

Tipo de inflorescencia y número de flores; flores estaminadas o pistiladas: color de las flores; largo del pedicelo; perianto: largo del tubo del perianto, largo y ancho de los lobos de los tépalos; androceo: longitud de los estambres; gineceo: longitud de los estilos, forma del ovario en sección transversal. En la Figura 4 se ofrece un diagrama de la flor de *Coccoloba* que ilustra los aspectos indicados en este estudio. Sobre el fruto: tamaño (largo y ancho), forma, textura, color, indumento, forma en que se asocian los lobos del perianto en el ápice del aquenio.

El color de las inflorescencias, estructuras florales y del fruto durante la maduración, fueron tomados directamente en el campo o de las anotaciones que aparecen en las etiquetas de herbario. Siempre que fue posible se tomaron fotos a las estructuras estudiadas en cada una de las especies con una cámara digital NIKON COOLPIX 1.23.

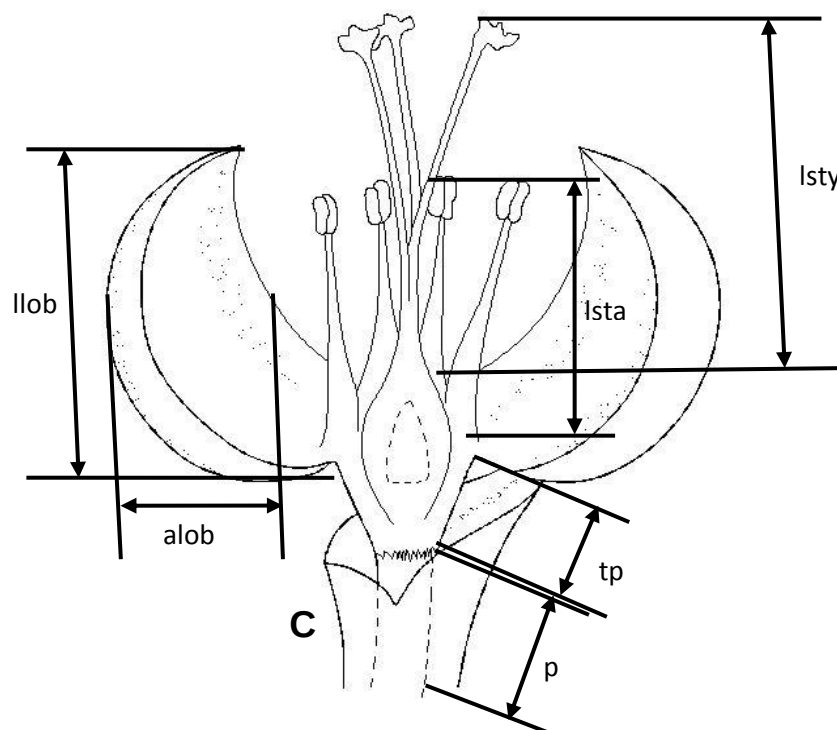


Fig. 4: Diagrama de la flor en *Coccoloba*. alob- ancho del lobo del perianto, llob- largo del lobo, lsta- largo de los estambres, lsty- largo de los estilos, tp- largo del tubo del perianto, p- largo del pedicelo.

4. RESULTADOS

A continuación se expresan los resultados en cada uno de los aspectos analizados sobre la caracterización ecológica, de morfología y anatomía foliar, así como de morfología de flores y frutos en *Coccoloba armata*, *C. geniculata* y *C. microphylla*.

4.1.- Caracterización ecológica

Como se expresa en la Tabla 1, las características del microrelieve analizadas en cada uno de los individuos por especie objeto de estudio, evidencia que el mayor porcentaje de ellos se corresponde con la categoría de expuesta; es decir, las plantas se localizan en espacios abiertos, expuestos a la mayor radiación solar y el viento: *Coccoloba armata* 100 % (Tabla 1a), *C. geniculata* 70 % (Tabla 1b), *C. microphylla* 100 % (Tabla 1c). Como medianamente expuesta, es decir, en lugares donde existe menor influencia del sol, y/o está protegida por la propia vegetación solo se registraron 3 individuos de los 10 censados en *C. geniculata* (30 %)

En relación al sustrato, el mayor porcentaje de los individuos censados en cada una de las especies (63.3 %) se corresponde con los tipos de suelo esquelético-pedregoso, que se caracterizan por el afloramiento de la roca y pobre desarrollo del suelo; y esquelético-compacto, donde la roca aflora en la superficie y no existe pedregosidad. En el tipo de suelo pedregoso con arrastres de sedimentos, solo se registraron en *Coccoloba armata* dos individuos (20 %), *C. geniculata* un individuo (10 %) y en *C. microphylla* un individuo (10 %).

Tabla 1a: Características del microrelieve y tipo de sustrato en *Coccoloba armata*.

Especies		Micro relieve	Sustrato
<i>Coccoloba armata</i>	1	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	2	Expuesta	Suelo esquelético-compacto
	3	Expuesta	Suelo esquelético-compacto
	4	Expuesta	Suelo pedregoso con arrastres de sedimentos
	5	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	6	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	7	Expuesta	Suelo pedregoso con arrastres de sedimentos
	8	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	9	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	10	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso

Tabla 1b: Características del microrelieve y tipo de sustrato en *Coccoloba geniculata*.

Especies		Micro relieve	Sustrato
<i>Coccoloba geniculata</i>	1	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	2	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	3	Medianamente expuesta	Suelo esquelético-compacto
	4	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	5	Expuesta	Suelo pedregoso con arrastres de sedimentos
	6	Medianamente expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	7	Medianamente expuesta	Suelo esquelético-compacto
	8	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	9	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	10	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso

Tabla 1c: Características del microrelieve y tipo de sustrato en *Coccoloba microphylla*.

Especies		Micro relieve	Sustrato
<i>Coccoloba microphylla</i>	1	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	2	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	3	Expuesta	Suelo pedregoso con arrastres de sedimentos
	4	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	5	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	6	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	7	Expuesta	Suelo esquelético-compacto
	8	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	9	Expuesta	Suelo esquelético-pedregoso
	10	Expuesta	Suelo esquelético-compacto

4.2.- Resultados de los estudios morfológicos y anatómicos

4.2.1- Caracterización de la morfología y anatomía foliar

En cada una de las especies la lámina foliar se clasifica como microfila; en *Coccoloba armata* tiene dimensiones entre (0,4-) 0,6-1,2(-1,3) x (0,3-) 0,4-0,6 (-0,8) cm; *C. geniculata* (0,8-) 1,3-1,7(-2,2) x (0,6-)1-1,3(-1,6) cm; mientras que en *C. microphylla* oscila entre 0,3-0,5 x (0,3-) 0,4-0,6 cm. En la Tabla 2 se ofrece las características relacionadas con la forma, ápice, base y margen de la lámina foliar. *Coccoloba armata* y *C. geniculata* tienen la lámina coriácea, con la vena primaria y las venas secundarias impresas en la haz y prominentes en el envés; mientras que en *C. microphylla* es membranosa y las venas se encuentran ligeramente prominente en la haz y prominentes en el envés. En la superficie abaxial, como una regularidad en las tres especies estudiadas, se presentan pelos glandulares peltados hundidos en la epidermis (Figura 5).

La epidermis adaxial está formada por un solo estrato de células en las tres especies. Las células, en vista frontal tienen forma variada, pueden presentarse desde tetragonales hasta hexagonales, en muchos casos alargadas y algo

rectangulares (Figura 6). En la epidermis abaxial, las células varían en vista frontal, desde tetragonales hasta hexagonales, en muchos casos alargadas y algo rectangulares o de contornos ondulados (Figura 7), mientras que sobre las venas, son rectangulares y alargadas, dispuestas mayormente en hileras; en *Coccoloba armata* las células epidérmicas son marcadamente sinuosas (Figura 7).

Los estomas se localizan en la epidermis abaxial de la hoja en *Coccoloba geniculata* y *C. microphylla*, mientras que en *C. armata* se observaron algunos estomas a ambos lados de la vena media en la epidermis adaxial. En los tres casos son del tipo anisocítico (Tabla 3, Figura 7); mientras que el tamaño y número de estomas por mm² de superficie foliar se comporta de la siguiente forma en cada una de las especies: *C. armata* 25 µm, 158 unidades; *C. geniculata* 14 µm, 154 unidades y *C. microphylla* 16 µm, 152 unidades (Tabla 3).

La cutícula de la epidermis adaxial se clasifica como gruesa *Coccoloba armata* y en *C. geniculata*, mientras que en *C. microphylla* es delgada (Tabla 3, Figura 8). En cada una de las especies se detectó la presencia de ceras epicuticulares. Solo en *C. geniculata* se observó hipodermis pluriestratificada en la superficie adaxial de la lámina foliar; esta de tipo esclerotizada (Tabla 3, Figura 8).

El mesofilo es de tipo dorsiventral. En el parénquima clorofílico de empalizada sus células son alargadas y yuxtapuestas, normalmente en dos capas de células en *C. armata* y en *C. geniculata*, mientras que en *C. microphylla* es monoestratificado (Tabla 4, Figura 8). Este tejido se interrumpe sobre la vena media en las tres especies estudiadas; también sobre la vaina de esclerénquima de las venas secundarias, cuando esta se extiende hasta ambas epidermis de la lámina foliar, por lo que el mesofilo queda reducido en secciones intravasculares (Figura 9). El parénquima clorofílico esponjoso abarca más de la mitad del área del mesofilo, las células tienen forma variable, comúnmente de contornos ondulados a profundamente irregulares o braciformes; en todas las entidades de estudio se localizan drusas asociadas a este tipo de parénquima.

La vena media forma haces vasculares colaterales cerrados en las tres especies objeto de estudio y las venas secundarias se localizan hacia la parte media del mesofilo, comúnmente acompañadas de conspicuas vainas de fibras esclerenquimáticas, o con reforzamiento esclerenquimático solo contiguo al floema. La vaina en la vena media, se extiende hacia ambas superficies epidérmicas en cada una de las especies, y en *Coccoloba geniculata* se une a la hipodermis; presenta esclereidas idioblásticas asociadas a los haces vasculares inferiores, lo que propicia el ensanchamiento y prominencia de la la misma en la superficie abaxial de la lámina foliar (Figura 9).

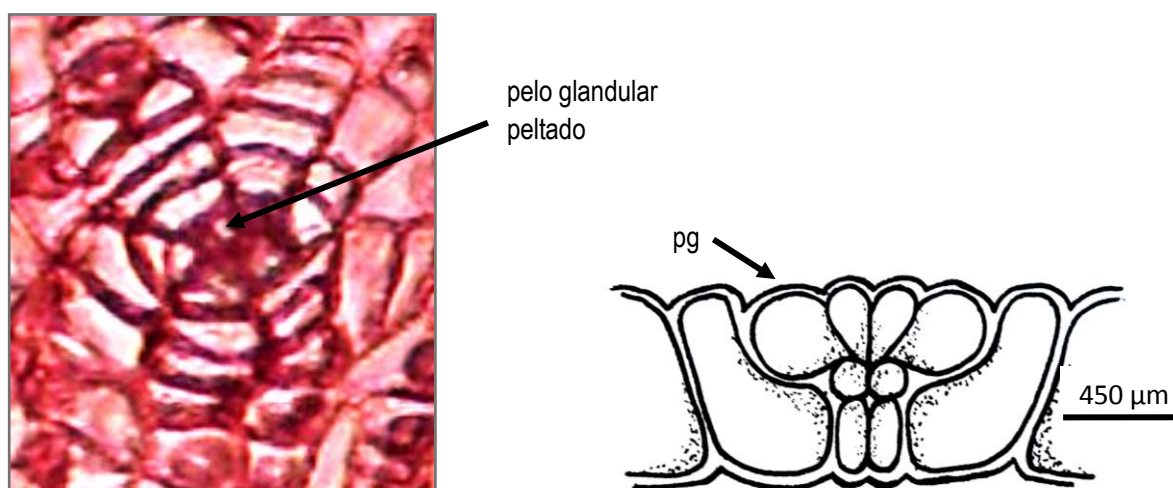


Fig. 5. Pelo glandular peltado en la epidermis adaxial de la lámina foliar en *Coccoloba geniculata* (450 μm). B- Diagrama; obsérvese la posición de este tipo de pelo hundido en la epidermis (pg).

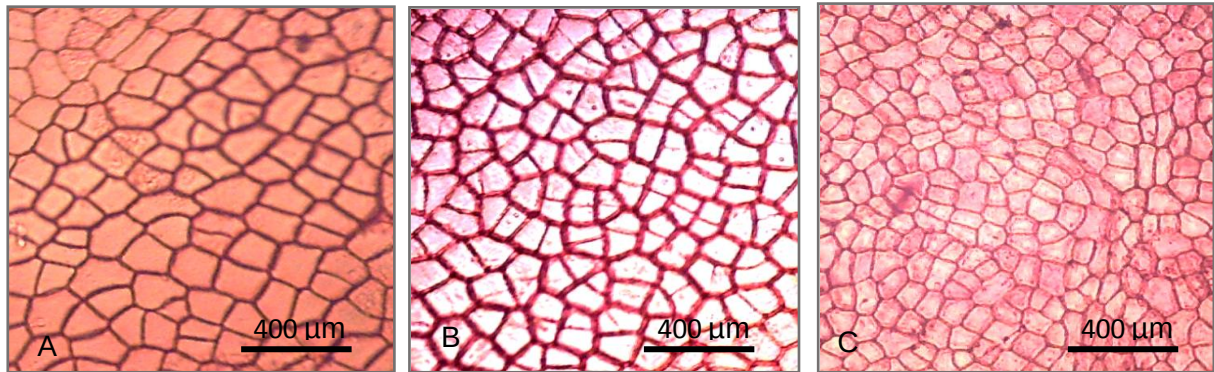


Fig. 6: Vista frontal de la epidermis adaxial. A- *Coccoleba armata*, B- *C. geniculata*, C- *C. microphylla* (400 μ m).

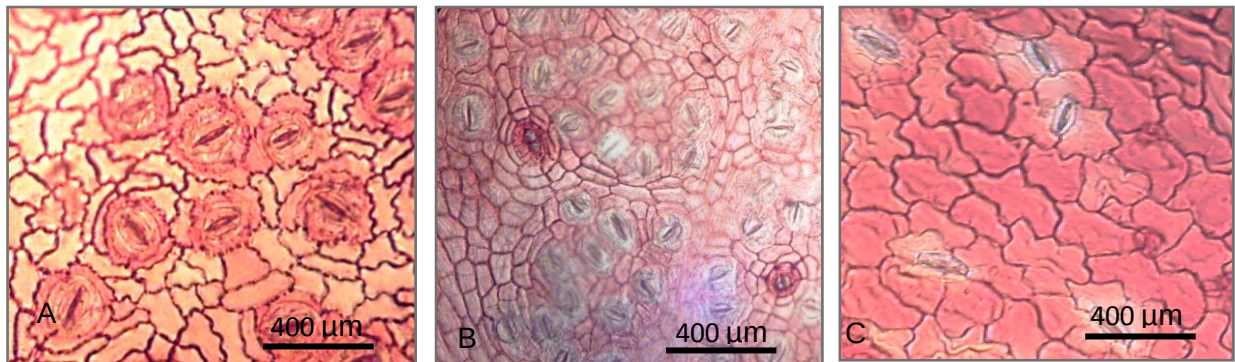


Fig. 7: Vista frontal de la epidermis abaxial. A- *Coccoleba armata*, B- *C. geniculata*, C- *C. microphylla* (400 μ m).

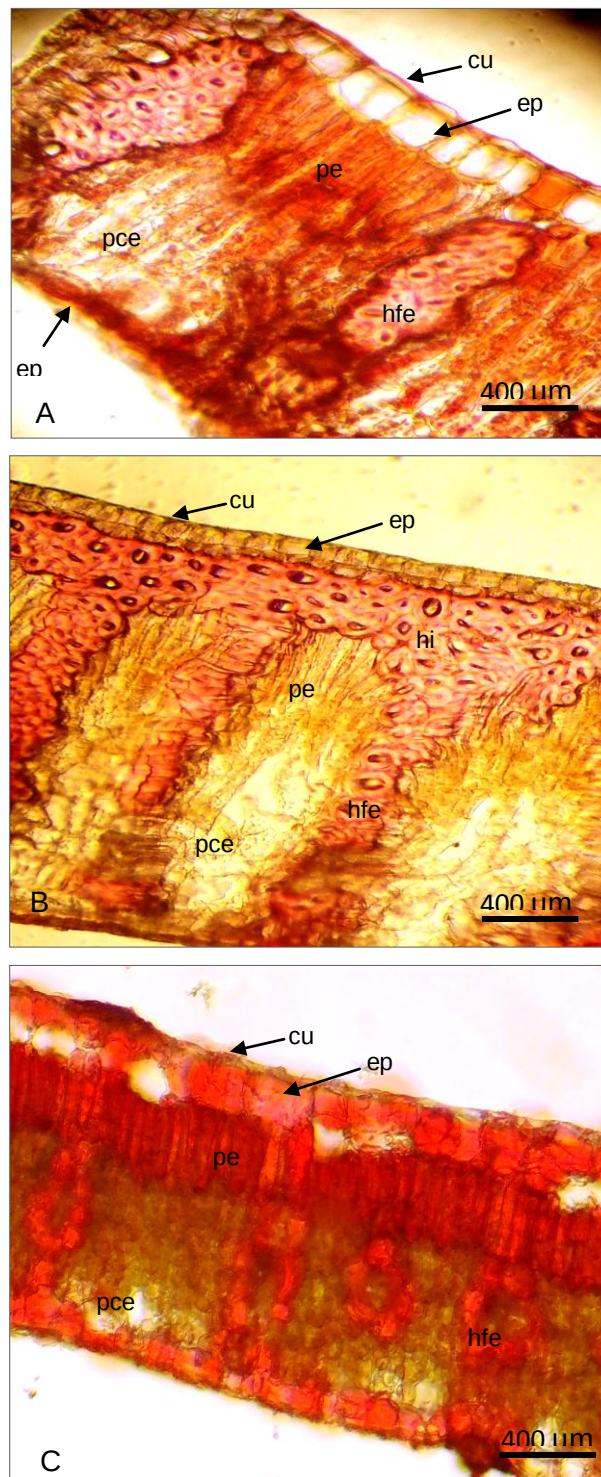


Fig.8: Epidermis adaxial en cortes transversales de la lámina foliar. A- *Coccoleba armata*, B- *C. geniculata*, C- *C. microphylla* (400 μm). cu- cutícula, ep- epidermis, pe- parénquima clorofílico en empalizada, pce- parénquima clorofílico esponjoso, hfe- haz de fibras de esclerenquima, hi- hipodermis.

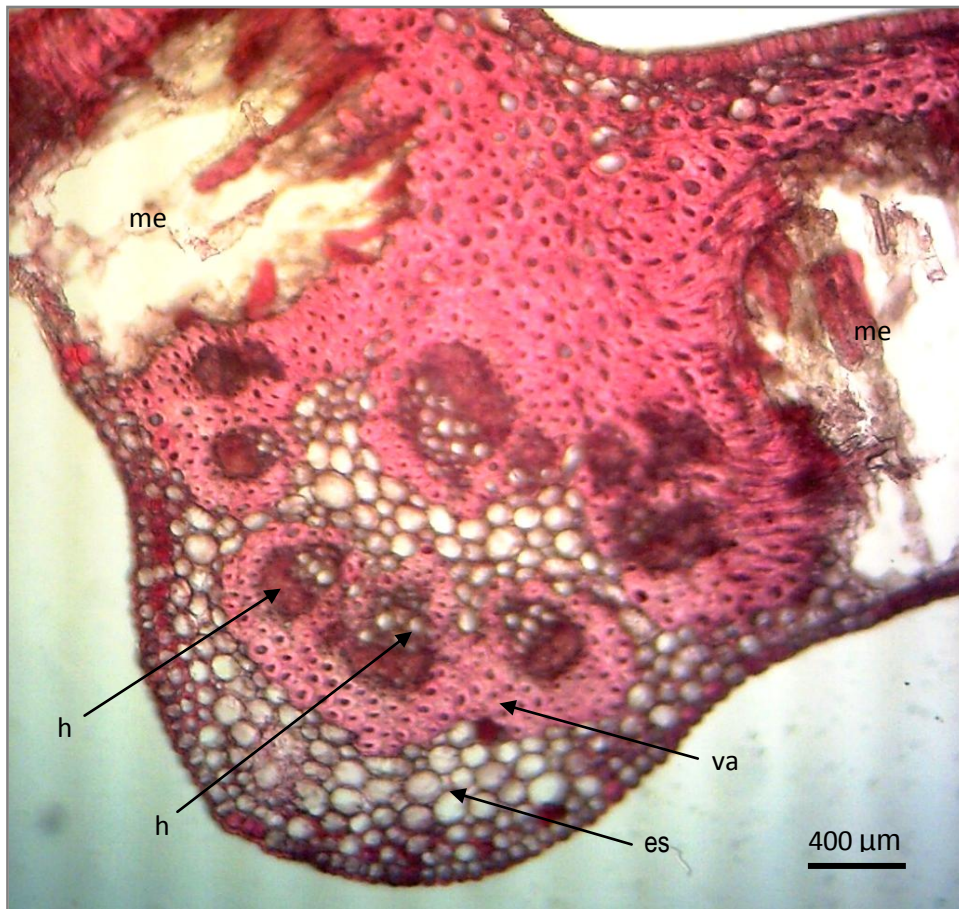


Fig. 9: Corte transversal de la vena media en *C. geniculata*; h- has vascular. va- vaina de fibras. es- esclereidas idioblásticas; me- mesofilo (400 μm).

Tabla 2. Características morfológicas de la lámina foliar

Especies	Lamina foliar			
	forma	margen	bese	ápice
<i>Coccoloba armata</i>	aovada	plano, eroso	obtusa, cordada	agudo, espinoso mucronado
<i>Coccoloba geniculata</i>	aovada a anchamente elíptico-obovada	revoluto	obtusa, cordada	agudo, a veces mucronado
<i>Coccoloba microphylla</i>	orbicular-reniforme	revoluto	obtusa, ligeramente cordada	emarginado o truncado

Tabla 3. Características anatómicas de la epidermis foliar

Especies	Epidermis adaxial		Hipodermis	Epidermis abaxial		
	paredes anticlinales	grosor de la cutícula		grosor de la cutícula	estomas	
					tipo	# mm²
<i>Coccoloba armata</i>	engrosadas	gruesa	no	gruesa	anisocítico	158
<i>Coccoloba geniculata</i>	engrosadas	gruesa	si	gruesa	anisocítico	154
<i>Coccoloba microphylla</i>	no engrosadas	fina	no	fina	anisocítico	152

Tabla 4. Características anatómicas en la hoja: PCE- número de estratos del parénquima clorofílico en empalizada; Vena media: Ad / Ab- con reforzamiento hacia ambas superficies de la lámina foliar; Ab- con reforzamiento solo hacia la epidermis inferior; Venas secundarias: Ad / Ab- se extiende hasta ambas superficies de la lámina, Ad- solo se extiende hacia la superficie adaxial.

Especies	Mesofilo	Vena media			Venas secundarias	
	PCE	Ad / Ab	Ab	Esclereidas idioblásticas	Ad / Ab	Ad
<i>Coccoloba armata</i>	2		x	dispersas	x	
<i>Coccoloba geniculata</i>	2	x		agrupadas		x
<i>Coccoloba microphylla</i>	1	x		dispersas		x

4.2.2- Caracterización de la morfología floral y de frutos

En *Coccoloba armata*, *C. geniculata* y *C. microphylla*, las inflorescencias se encuentran en el extremo de las ramas laterales (Figura 9 y 10); el eje de la inflorescencia se encuentra articulado al último nudo que soporta a la hoja, por lo que la ócrea correspondiente envuelve la base del pedúnculo de la inflorescencia. Las flores están subtendidas por una bráctea reducida y cada flor por dos bractéolas fusionadas, la ocréola. Estas se encuentran constituidas por un solo fascículo de pocas flores, paucifloras, como resultado de la reducción extrema del eje de la inflorescencia.

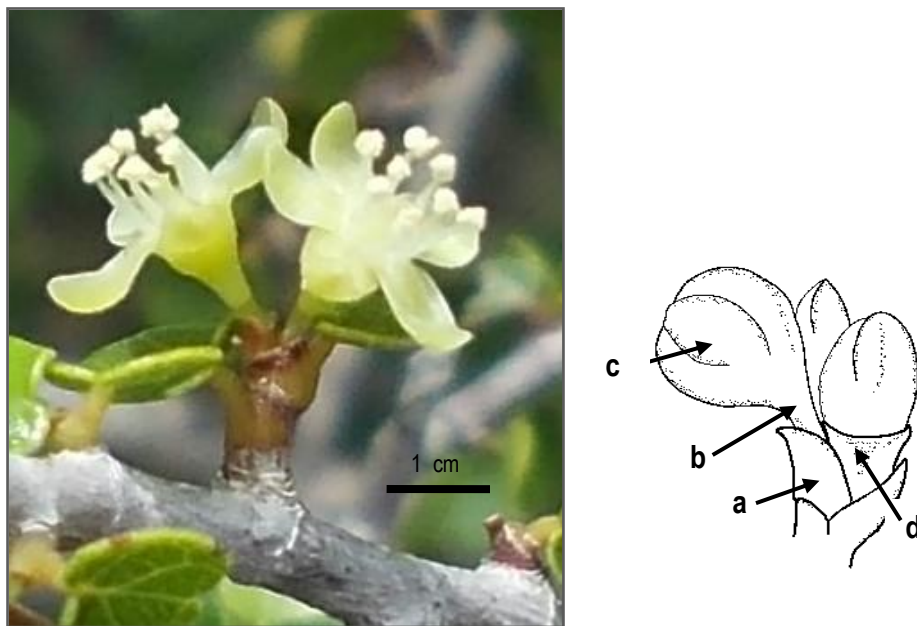


Fig. 9. Fascículo de dos flores en *Coccoloba microphylla*. Derecha: diagrama de la estructura de la inflorescencia a– bráctea; b– pedicelo c– botón floral; d– ocréola.



Fig. 10: inflorescencias. a- *Coccoloba armata*, b- *C. geniculata*.

Las brácteas y las ocréolas son membranosas en cada una de las especies; glabras y caedizas en *Coccoloba armata* y *C. microphylla*; glabras y persistentes en *C. geniculata*.

Como regularidad en cada una de las especies las flores son pediceladas y pequeñas, de 1,5 a 3 mm. Los pedicelos presentan una articulación que delimita la base del tubo del perianto; en *C. armata* y *C. microphylla* las flores tienen pedicelos de menor tamaño o equivalentes a la longitud de las ocréolas; mientras que en *C. geniculata*, los pedicelos son menores que la ocréola (Tabla 5).

En *Coccoloba armata* y en *C. microphylla*, las flores son blanco-verdoso a amarillento; mientras que en *Coccoloba geniculata*, de forma particular, en este género, las flores son rosadas.

En cada una de especies el perianto está formado por cinco tépalos que manifiestan prefloración quincuncial; estos se encuentran soldados en la base,

en forma de un pequeño tubo y los lobos son ovados u obovados, redondeados en el ápice a ligeramente estrechados, de mayor longitud o equivalente al tubo del perianto (Tabla 5). Un carácter generalizado en cada una de las especies es el relacionado con la forma en que se exponen los lobos del perianto al ocurrir la floración; en las plantas con flores estaminadas, los lobos se encuentran patentes durante la floración, mientras que en plantas con flores pistiladas son erectos.

El androceo, como regularidad en cada una de las especies está formado por ocho estambres isomórficos; en las flores estaminadas son exertos; los filamentos entre 1-2 (3) mm de largo, estos poseen un ensanchamiento en la base, por donde se unen formando un anillo alrededor del tubo del perianto (Tabla 5). El ovario es súpero, ovoide, compuesto por tres carpelos soldados, comúnmente de forma trígona, unilocular y con un solo óvulo hacia el centro de la cavidad del ovario; presenta tres estilos libres, exertos, de 2-3 mm de largo (Tabla 5).

El fruto es un aquenio recubierto por el tubo del perianto y los lobos del perianto (antocarpo), estos últimos se manifiestan adpresos o coronados en el ápice del aquenio. Durante la maduración del fruto, la envoltura carnosa del perianto adquiere una coloración negro-violácea en *Coccoloba armata* y en *C. geniculata*; en *C. microphylla* son rojos. Son dulces y astringentes al paladar. En general, los frutos son pequeños, entre 4-6 x (2,5-4)-5 mm de largo y ancho respectivamente

La forma del fruto y la disposición de los lobos del perianto en el ápice del aquenio varían en las especies objeto de estudio, tal como se expresa en la Tabla 6 y se ilustra en la Figura 11. En *Coccoloba microphylla* son papilosos, mientras que en *C. armata* y en *C. geniculata* son glabros. Los aquenios tienen el pericarpio fuertemente esclerenquimatosos, con el ápice obtuso o contraído (Tabla 6); de color negro y brillantes en *C. armata*, en *C. microphylla* y *C. geniculata* son pardos oscuros (Tabla 6). La semilla, en todas las entidades

estudiadas tienen el perispermo muy delgado y fusionado al pericarpio, el endospermo es ruminado (Figura 11).

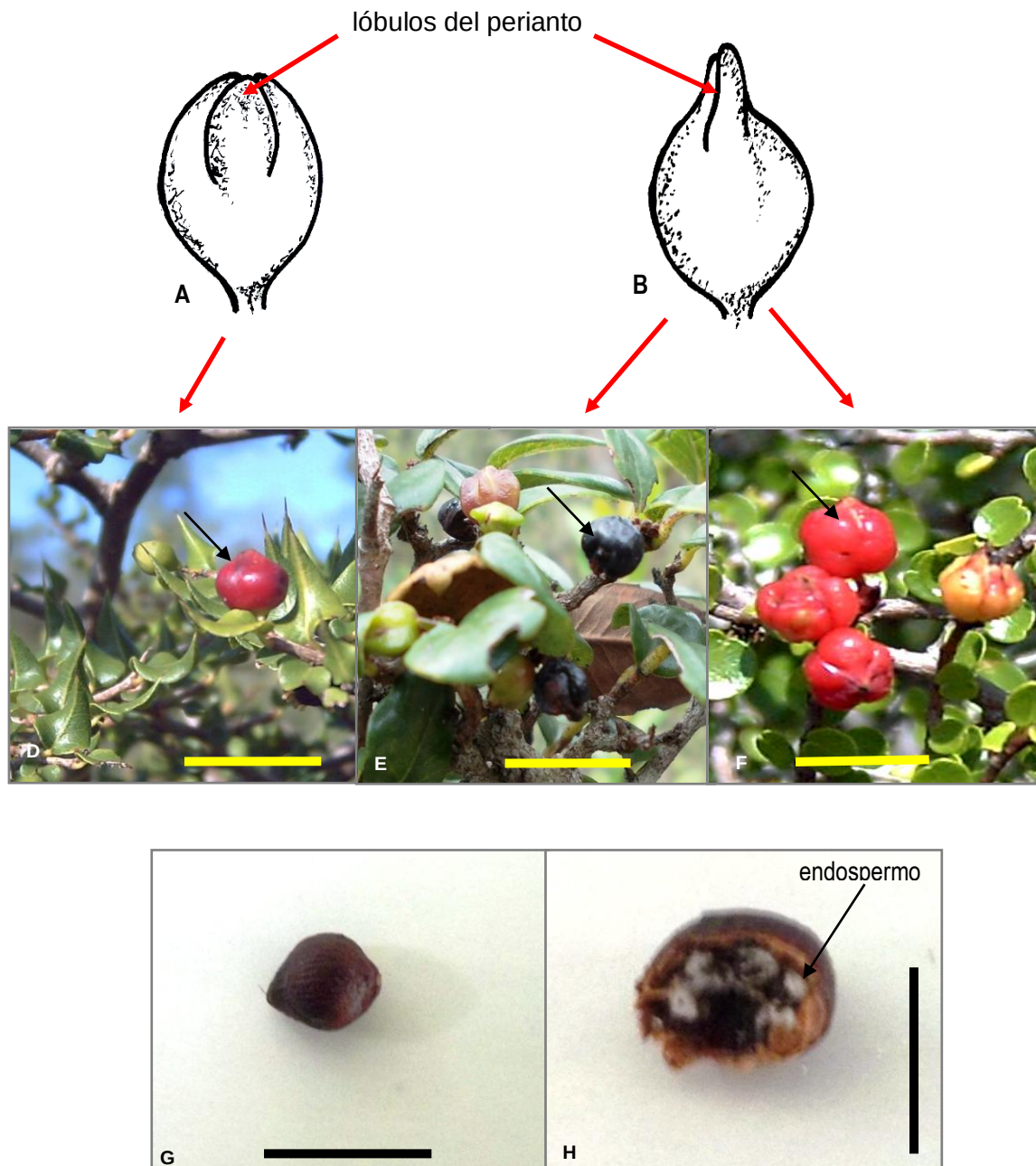


Fig. 11 Diagrama del fruto con los lobos del perianto adpresos (A); con los lobos del perianto subcoronados (B) Fotografías: D- *Coccotheca armata* (adpresos) E- *C. geniculata* (subcoronados; obsérvese la forma angulosa del fruto); F- *C. microphylla* (subcoronados; lobados en sección transversal). G- Aquenio en vista lateral en *C. armata*; H- corte transversal del aquenio mostrando la semilla con el endospermo ruminado. Barras = 1cm.

Tabla 5. Morfología floral. En todos los caracteres la unidad de medida en que se expresa la longitud es mm

Especies	Longitud de las brácteas	Longitud de las ocreólas	Longitud de los pedicelos	Perianto		Longitud de los estambres	Longitud de los estilos
				Longitud del tubo	Largo / Ancho de los lobos		
<i>Coccoloba armata</i>	0,5	0,5	0,3-0,5**	0,3-0,5	1,0 / 1,0	2-3	1-2
<i>Coccoloba geniculata</i>	1,8-2,5	2	1,0**	1,5	1,5 / 1,5	2-3	2
<i>Coccoloba microphylla</i>	0,5	0,5	0,3-0,5***	0,5	1 / 1	2	2

Tabla 6. Características del fruto

Especies	Forma y tamaño del fruto		Ápice del akenio
	forma / lobos del perianto	longitud (mm) largo y ancho	
<i>Coccoloba armata</i>	aovado / adpresos	5 x 4	agudo
<i>Coccoloba geniculata</i>	aovado-anguloso / subcoronados	4 (-5) x 2,5	contraído
<i>Coccoloba microphylla</i>	globoso- 5 lobados / subcoronados	6 x 4	contraído

4.3 - Visitadores florales, polinizadores y agentes dispersante del fruto

4.3.1.- Visitadores florales y polinizadores

Durante las observaciones realizadas solo se observaron insectos correspondientes al orden *Coleoptera* (uno) y del orden *Hymenoptera*; solo dos (avispa y hormigas). El coleóptero y la avispa en horario diurno; mientras que las hormigas fueron observadas tanto durante el día como en la noche.

Como polinizadores pueden considerarse a la avispa que es del género *Polistes* Latreille. Que fue observado sobre las flores de las tres especies objeto de estudio (Fig. 12-b). *Rupela formosa* Brom. (Coleóptero) se considera en este estudio como un visitador, ya que fue observado solo en uno de los individuos muestreados correspondiente a *Coccoloba armata* (Fig. 12-a), pero no asociado a las estructuras florales. En cuanto a las hormigas se le observó en varios individuos de las tres especies de estudio, pero nunca en sus estructuras reproductivas.



Fig. 12: Relación planta animal. A: coleóptero *Rupela formosa* en *Coccoloba armata*. B: himenóptero del género *Polistes* en *Coccoloba geniculata*.

4.3.2.- Agentes dispersante del fruto

En el transcurso del muestreo no se observaron agentes dispersantes del fruto, en ninguna de las tres especies que constituyen objeto de estudio.

4.4.- Resultados de los estudios fenológicos

En las figuras 13, 14 y 15 y en la Tabla 7, se expresa el comportamiento fenológico en cada una de las especies objeto de estudio que se describe a continuación:

Coccoloba armata es una especie caducifolia entre los meses de enero hasta marzo. En este periodo algunos de los individuos de esta especie se encontraban totalmente sin hojas, mientras que en otros se mostraba el inicio del desarrollo de las yemas foliares, o ya con hojas maduras. En el mes de febrero, con las primeras lluvias comienza paulatinamente en individuos de esta especie el porcentaje de hojas; mientras que el desarrollo total de la hoja, así como de su expresión xeromórfica en esta especie, se alcanza en el mes de junio.

El periodo de floración es corto. La formación de botones florales hasta finalmente su apertura floral ocurre entre los meses de mayo y agosto; esta fenofase ocurre de forma sincrónica. En el caso de las plantas masculinas la caída de las flores ocurre entre agosto y septiembre. El inicio de desarrollo de frutos ocurre en el mes de agosto y alcanzan su madurez en los meses de setiembre a octubre; su caída se manifiesta entre los meses de octubre y de noviembre.

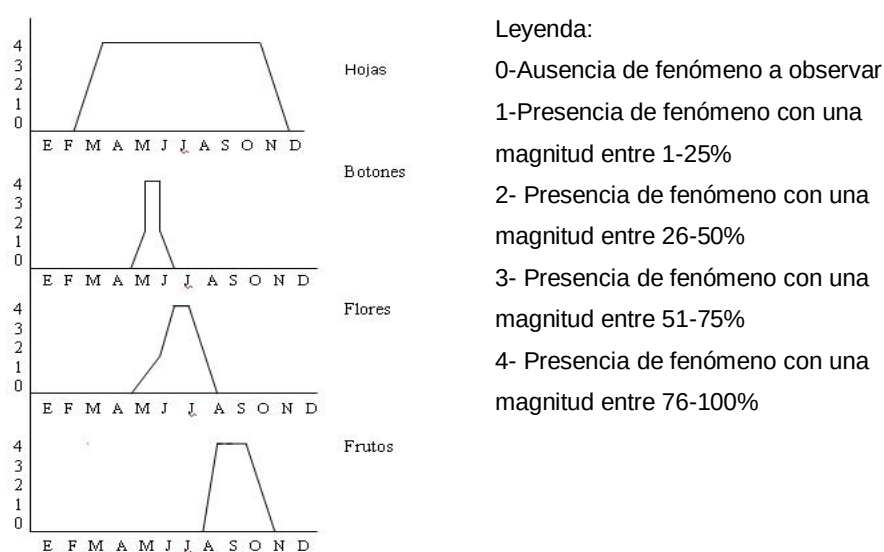


Fig. 13. Fenología de *Coccoloba*

Coccoloba microphylla es una especie caducifolia. Comprende un período prolongado de esta fenofase, que abarca desde el mes de enero hasta septiembre. De acuerdo al muestreo de cada uno de los individuos, esta especie se caracterizó por ser febrero-marzo, abril-mayo y julio-setiembre, los meses críticos del carácter caducifolio.

El período de floración es corto. Esta fenofase ocurre de forma asincrónica en los individuos de esta especie; el primer período comprende entre los meses de junio y julio, el segundo, entre los finales de agosto y octubre y otro desde diciembre hasta principio de febrero. En el caso de las plantas masculinas, la caída de las flores ocurre a las dos semanas de la antesis, en los meses de julio y de octubre. El inicio de desarrollo de frutos ocurre entre los meses de febrero a abril y agosto a octubre; dependiendo de la fenofase de floración en cada uno de los individuos de esta especie.

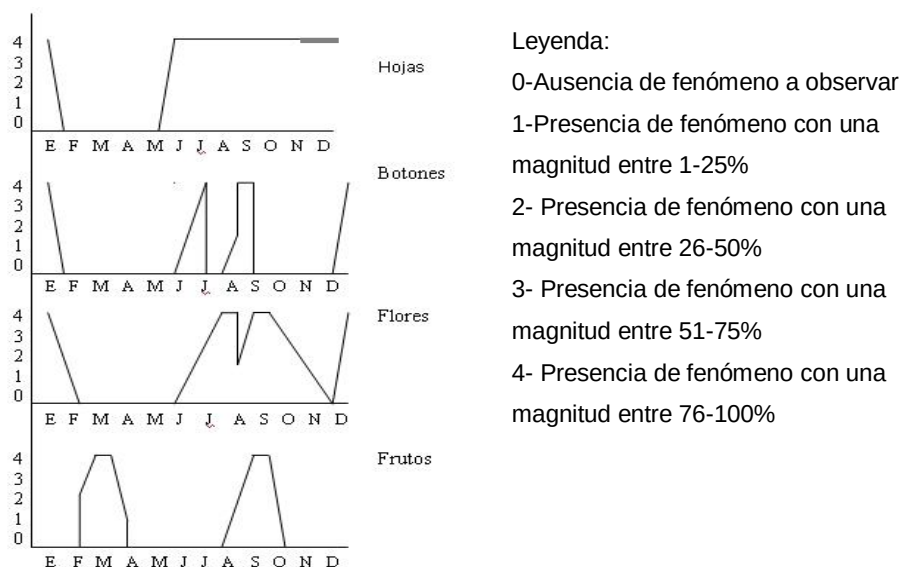


Fig. 14: Fenología de *Coccoloba microphylla*.

Coccoloba geniculata es una especie perennifolia.

El período de floración es corto. Comprende dos etapas en el año, en diferentes individuos. La primera etapa abarca desde junio a julio y la otra entre

septiembre y principio de noviembre. En el caso de las plantas masculinas, la caída de las flores ocurre a principio de agosto y finales de noviembre. La fructificación consta de dos períodos, en la que participan diferentes individuos de esta especie; el primero ocurre entre agosto y noviembre y el segundo a finales de noviembre hasta principio de febrero.

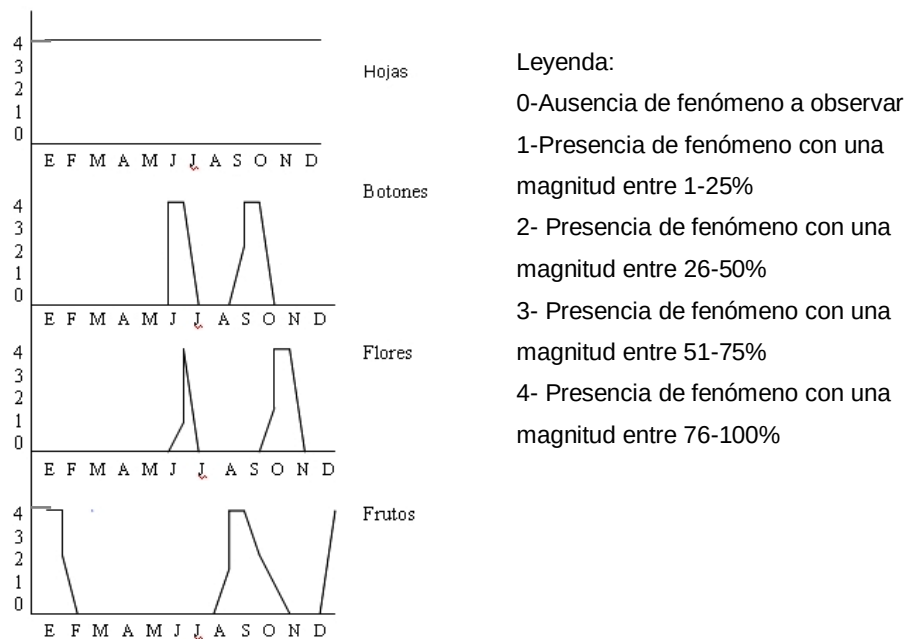


Fig. 15. Fenología de *Cocoloba geniculata*.

5. DISCUSIÓN

5.1.- El hábito arbustivo y las hojas micrófilas como expresión de xerofitismo en *Coccoloba armata*, *C. geniculata* y *C. microphylla*

El hecho de que las tres especies de *Coccoloba* objeto de estudio, sean estrictamente arbustivas, con ramas laterales en forma de braquiblastos, los cuales manifiestan una reducción extrema a formas espinescentes en cada una de las especies, así como la reducción del tamaño de la lámina foliar, son caracteres que manifiestan adaptaciones en correspondencia con las condiciones de ambiente seco donde estas habitan.

Estas características morfológicas pueden relacionarse con los criterios planteados por Borhidi (1991), teniendo en cuenta razones ecológicas y fisiológicas de índole diferente que se presentan como consecuencia no solo de las propiedades físicas del suelo, sino también por la existencia de espacios abiertos ocupados por afloramientos rocosos, tal como ocurre en el área seleccionada para este estudio donde más del 90 % de los individuos de cada especie se localizan en espacios abiertos, expuestos a la mayor radiación solar y al viento, unido al tipo de sustrato esquelético-pedregoso. Estas condiciones provocan un mayor escurrimiento y pérdida de agua, aspecto que se incrementa por la insolación y el aumento en los valores de temperatura; con ellos la transpiración.

5.2.- El indumento, las ceras epicuticulares y la anatomía de la hoja como evidencia de xeromorfía en las especies de *Coccoloba* objeto de estudio

Los pelos glandulares peltados hundidos en la epidermis, es un carácter que se presenta en las tres especies objeto de estudio. La forma peltada y la disposición en que se presenta este tipo de pelo en relación al resto de las células epidérmicas, también puede relacionarse con adaptaciones al ambiente seco, como también lo plantea Brandbyge (1990), en un estudio realizado en especies de *Coccoloba* de las Antillas; es decir, que la presencia de pelos glandulares hundidos en la epidermis, puede ser el resultado de adaptaciones ecomorfológicas.

También, la presencia de ceras epicuticulares en la lámina foliar de *Coccoloba armata*, *C. geniculata* y *C. microphylla*, puede estar relacionado también a mecanismos de protección a las condiciones ambientales derivadas del tipo de sustrato y de exposición a que están sometidas estas especies. Este aspecto corrobora los criterios de Hartmann (1979), Bartholott (1981) y Bartholott & Wollenweber (1981), donde expresan que la presencia de ceras y la densidad de su cobertura en la epidermis de los órganos aéreos de las plantas, está relacionada con la influencia directa de factores ambientales.

La anatomía foliar, en cada una de las especies, manifiesta una tendencia hacia la xeromorfía. Este aspecto se expresa en el engrosamiento de la cutícula, el reforzamiento de las venas por una vaina de fibras y alto número de estomas por mm² de superficie de la lámina. En *Coccoloba geniculata*, de forma particular se presenta una hipodermis adaxial pluriestratificada y esclerotizada, que refuerza más las adaptaciones al ambiente característico que se presenta en la vegetación sobre serpentina, tal como lo plantea Díaz *et al.* (1998), y Wilkinson (1979), donde plantea que las plantas con hipodermis lignificadas están restringidas a hábitats en condiciones de xerofitismo; También con Esau & Evert (2006), que relaciona estas características anatómicas en las plantas, con adaptaciones al ambiente para evitar la pérdida de agua.

El hecho de que en cada una de las especies la vaina de la vena media se extiende hacia ambas superficies epidérmicas, donde se interrumpe el parénquima clorofílico de empalizada, como ocurre también con las venas secundarias, determina que el mesofilo quede reducido en secciones intravasculares, aspecto que puede relacionarse con un mayor reforzamiento de la estructura de la lámina foliar contra la desecación y a las adaptaciones de baja actividad metabólica en plantas de ambientes de serpentina.

5.3.- Estado de dioecia críptica y relación planta-animal en *Coccoloba armata*, *C. geniculata* y *C. microphylla*

La presencia de los dos órganos reproductivos en las flores de estas especies, pero funcionalmente unisexuales, por atrofia de uno de sus sexos, determina el estado de *dioecia críptica* en cada una de las especies de *Coccoloba* que fueron objeto de estudio. La existencia de flores perfectas, pero funcionalmente unisexuales, infiere la evolución de sexos separados en la flor a partir de flores hermafroditas; por otro lado, la retención en la flor de las estructuras del sexo no funcional, puede jugar un rol importante en la atracción a los agentes polinizadores, tal como lo planteó Mayer & Charlesworth (1991).

El fenómeno de la dioecia en estas especies de *Coccoloba*, como ocurre en general en este género, puede estar relacionado con adaptaciones morfológicas de las flores y de agentes polinizadores específicos. El hecho de que en estas tres especies de *Coccoloba*, las flores sean de pequeño tamaño, reunidas en inflorescencias, predominantemente blanco-verdoso a amarillento, con un disco nectarífero alrededor del ovario, infiere la ocurrencia de la polinización por insectos, tal como lo plantea Zomlefer (1994) y Judd *et al.* (2008) para el género *Coccoloba*; este fenómeno se ha corroborado, durante el presente estudio, al observar diferentes tipos de insectos visitando las flores. Por otro lado, si se tiene en cuenta que estos insectos que fueron detectados son de pequeño tamaño, del grupo de los himenópteros, coleópteros, que normalmente no son capaces de volar largas distancias y se quedan al resguardo de las plantas, puede relacionarse con la existencia de síndromes especializados de polinización, tal como lo plantea Borhidi (1991).

La relación entre el pequeño tamaño del fruto que se manifiesta en las tres especies de *Coccoloba*, así como la envoltura carnosa del aquenio por el perianto, que aparenta una drupa pequeña de colores llamativos en la madurez, son características que relacionan a las aves como agentes dispersantes del fruto, tal como lo refiere Judd & al. (2008), para este género. Sin embargo, en las observaciones realizadas no se detectó algún agente

biológico encargado de la dispersión del fruto, estos caen al alcanzar la madurez y se retienen alrededor de la planta.

5.4.- Análisis de los resultados sobre fenología

El carácter caducifolio en *Coccoloba armata* y *C. microphylla*, se manifiesta durante los meses más secos del años, como ocurre en general para las especies caducifolias de los matorrales xeromorfos espinosos sobre serpentina. Este aspecto está relacionado a adaptaciones ecológicas propias de ambiente seco que caracterizan a este tipo de ecosistema y que en estos meses se acrecienta por la elevación de la temperatura y de la radiación solar, lo que se corresponde con lo planteado por Borhidi (1991) sobre la vegetación que se desarrolla en sustratos de serpentina.

Resulta interesante el carácter de sincronía que se manifiesta en la fenofase de floración para *Coccoloba geniculata* y *C. armata*. El carácter pequeño de las flores en estas especies así como la coloración rosado pálido y blanco amarillento del perianto respectivamente, relaciona a la sincronización de la floración con una mayor atracción a los agentes polinizadores y para la dispersión de la semilla, corroborando lo planteado por Stevent *et al* (1987).

Por otro lado, esta sincronización en la floración se infiere como una adaptación a las condiciones xeromórficas del ambiente de serpentina, donde ocurre una sequía fisiológica del suelo, tal como lo refiere Borhidi (1991); también a los períodos secos y húmedos que han caracterizado al clima cubano, donde estas especies tuvieron que adaptarse a esas condiciones; a pesar de que en los últimos años se ha manifestado cierta irregularidad como consecuencia de los cambios climáticos que acontecen a nivel global.

Coccoloba microphylla, a diferencia de *C. armata* y *C. geniculata* manifiesta floración asincrónica entre los individuos censados para este estudio; como también se diferencia en el número de etapas en que se presenta la floración. Esta especie presenta tres etapas de floración en el año, mientras que en *C. geniculata* ocurren dos y en *C. armata* solo una etapa

El hecho de que en *Coccoloba microphylla* la floración ocurra en tres etapas diferentes en el año, puede estar relacionado a adaptaciones a las condiciones extremas de sequedad que se manifiesta en el ambiente de la vegetación de serpentina, así como al aprovechamiento de la lluvia entre los meses de junio y noviembre, los cuales se corresponden a los más lluviosos en el año; también a los meses donde ocurren las lluvias asociadas a los frentes fríos, entre diciembre y febrero. Esta particularidad en *C. microphylla* puede estar relacionado a estrategias reproductivas que determinan un mayor tiempo de la fenofase reproductiva y con ello garantizar la perpetuación de la especie.

6. CONCLUSIONES

- 1.- La poca disponibilidad de agua para ser absorbida por la planta, así como la exposición a los factores ambientales que propician su desecación, unido a la escasez de suelo y pobreza de nutrientes que se manifiestan en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina, implican las adaptaciones morfoanatómicas que se presentan en *Coccoloba armata*, *C. geniculata* y *C. microphylla*.
- 2.- El hábito arbustivo, las ramas laterales reducidas a braquiblastos, el carácter microfilo de la lámina foliar y su textura coriácea, determinado fundamentalmente por el grosor de la cutícula y el desarrollo de vainas masivas de esclerénquima asociadas a las vena media y venas secundarias, así como la presencia de ceras epicuticulares y pelos glandulares peltados hundidos en la epidermis, son los caracteres morfoanatómicos vegetativos fundamentales que evidencian adaptaciones al xerofitismo en *Coccoloba armata*, *C. geniculata* y *C. microphylla*.
- 3.- La reducción del eje de la inflorescencia y del número de flores en *Coccoloba armata*, *C. geniculata* y *C. microphylla*, así como el estado de dioecia criptica, infiere también el resultado de adaptaciones ecológicas que incluyen además, el síndrome de polinización.
- 4.- La dispersión del fruto se infiere por aves pequeñas que habitan en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina.
- 5.- El carácter caducifolio presente en *Coccoloba armata* y *C. microphylla*; así como las etapas de floración y fructificación en las tres especies objeto de estudio, están condicionados al régimen de pluviosidad que se presenta en el lugar donde ellas habitan y a las estrategias adaptativas para su perpetuación en ambientes de estrés a que están sometidos los ecosistemas de serpentina.

7. RECOMENDACIONES

1.- Continuar los estudios de la biología de la reproducción para esclarecer sobre los agentes dispersores en las especies cubanas objeto de estudio.

2.- Continuar las observaciones fenológicas para obtener datos de un período de tiempo mayor, que permita ofrecer inferencias más sólidas en relación al comportamiento de cada especie, delimitando sus características biológicas y la influencia del ambiente cambiante en el años de estudio.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Barthlott W. 1981.** Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nord. J. Bot.* 1: 345-355.
2. **Barthlott W. & Wollenweber E. 1981.** Zur Feinstruktur. Chemie und taxonomischen Signifikanz epicuticularer Wachse und ähnlicher Sekrete. *Tropische und subtropische Pflanzenwelt* 32 (1): 35: p. 97.
3. **Bawa S. & NG. 1990.** Phenology commentary. En *Reproductive ecology of tropical forest plants*: 7 MAB, UNESCO, Paris, 17-20
4. **Begon M., Harper J. & Townsend C. 1996.** Ecology: Individuals, populations and communities. 3ra ed. Blackwell Scientific Publishers. New York. 503 pp.
5. **Berazaín R. 1979.** Fitogeografía. Universidad de La Habana, 313 pp.
6. **Borhidi A. 1991.** Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. *Academiai Kiadó, Budapest*: 923 pp.
7. **Brandbyge J. 1990.** The genus *Leptogonus* (Polygonaceae). *Nordic. Journal of Botany* 4: 765-769.
8. **Brandbyge J. 1993.** Polygonaceae. In Kubistzki K., Rohwer J. & Bittrich V. [eds.]. *The families and genera of vascular plants*. Springer, Berlin, Germany: 32: 531-544.
9. **Catañeda I. inedito.** Taxonomía y filogenia de *Coccoloba* (Polygonaceae) en Cuba. Informe de tesis de doctorado. Universidad de La Habana: 100 pp + 16 tablas, 63 figuras y 5 anexos.
10. **Capote R. & Berazaín R. 1984.** Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista. Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 5 (2): 27-75.
11. **Claro A. 1985.** Conferencias de Biogeografía. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 558 pp.
12. **Albert J., Hernández A. & Duarte M. 1993.** Comportamiento floral y fenología de la familia Meliaceae en Cuba. *Fontqueria* 36: 381-390.
13. **Díaz A. & Rankin R. 1998.** Modificaciones anatómicas en plantas que crecen sobre suelos de serpentina. *Rev. Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 19: 61-65

14. **Evert R. 2006.** Esau's Plant Anatomy. Meristems, cell, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. Third edition; Wiley-Interscience. 601 pp
15. **Faife M., Díaz E., Cañizares M. & Torres E. 2012.** Síndromes de Polinización y Dispersión de Endemismos en las Serpentinillas al Suroeste de Santa Clara, Cuba. Centro Agrícola 39(2): 61-66.
16. **Font Quer P. 1965.** Diccionario de Botánica. Editorial Labor. Barcelona.
17. **Grisebach A. 1866.** Catalogus plantarum cubensium exhibens collectionem Wrightianam aliasque minore ex insula Cuba missas. Lipsiae: 61-63.
18. **Hartmann H. 1979.** Surface structure of leaves: Their ecological and taxonomical significance in members of the subfamily Ruschioideae (Mesembryanthemaceae Fenzl). Tropische und subtropische Pflanzenwelt 28: 31: 51.
19. **Howard R. 1949.** The Genus Coccoloba in Cuba. J. Arnold Arb. 30: 388- 424.
20. **Howard R. 1957a.** Studies in the genus Coccoloba. IV. The species from Puerto Rico and the Virgin Islands and from the Bahamas. J. Arnold Arb. 38: 211-242
21. **Howard R. 1957b.** Studies in the genus Coccoloba III. The Jamaican species. J. Arnold Arb. 38: 81-106.
22. **Howard R. 1958.** Studies in the genus Coccoloba V. The genus in Haití and the Dominican Republic. J. Arnold Arb. 39 (1): 1-48.
23. **Howard R. 1959a.** Studies in the genus Coccoloba VII. A synopsis and key to the species in Mexico and Central America. J. Arnold Arb. 41(3): 176-220.
24. **Howard R. 1992.** Collected notes on Coccoloba L. (Polygonaceae). Brittonia 44:356-367.
25. **Inouye W. 2008.** Effects of climate change on phenology, frost damage, and floral abundance of montane wildflowers. Ecology 89 (2): 353-362.
26. **Judd S., Campbell S., Kellogg A., Stevens F. & Donohue J. 2008.** Plant Systematics. A Phylogenetic Approach., Third edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts U.S.A: 611 pp.
27. **Laubengayer 1937.** Studies in the anatomy and morphology of the Polygonaceous flower. American Journal of Botany 24: 329-343.

28. **Leite R., Melo E. & Giuleitti A. 2001.** Contribuição ao conhecimento da anatomia foliar de espécies de *Coccoloba* (Polygonaceae): diversidades e taxonomía. *Sitientibus serie Ciências Biológicas* 1 (2): 98-106.
29. **León Hno. & Alain Hno. 1951.** Flora de Cuba 2. Dicotiledóneas: Casuarináceas a Meliáceas. *Contr. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio "De La Salle"* 10: 87-100
30. **Lindau G. 1890.** Monographia generis *Coccolobae*. in Engler, A. (ed.) *Bot. Jahrb.* 13: 106-229.
31. **Mabberley D. J. 2008.** The Plant-Book. Aportable dictionary of the vascular plants. Cambridge University Press. p. 366.
32. **Mayer S. & Charlesworth 1991.** *TREE* 10(6): 320-325.
33. **Metcalfe C. & Chalk 1950.** Anatomy of the Dicotyledons. Vol II. Oxford, Claredon Press: 1270 pp.
34. **Melo E., Leite R., Franca K. & Giulietti A. 2003.** Morfo-anatomía das flores estaminadas e pistiladas de especies de *Coccoloba* P. Browne (Polygonaceae). *Iheringia, Sér. Bot. Porto Alegre* 2(58): 215-256.
35. **Melo E. 2004.** As espécies de *Coccoloba* P. Browne (Polygonaceae) da amazônia brasileira. *Acta Amazonica* Vol. 34 (4): 525-551.
36. **Milanez F. 1951.** Nota sobre a anatomía da folhia de *Coccoloba cereifera* Schwake. *Rodriguesia* 14 (26): 23-39.
37. **Méndez O., Faife M. & Castañeda I. 2013.** Flora y vegetación de las serpentinitas al suroeste de Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Santa Clara, Cuba: Centro de Estudios "Jardín Botánico de Villa Clara". Fac. de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
38. **Noa A. & Castañeda I. 1998.** Flora de las serpentinitas de Santa Clara. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana*; 19: 67-87
39. **Ordetx R. 1952.** Flora apícola de la America tropical. La habana 344 pp.
40. **Ortiz R. 1990.** Fenologia de árboles en un bosque semedeciduo tropical del estado Cojides. *Acta Bot. Venezuela*, 16(1): 93-116
41. **Peña E. & Saralegui H. 1982.** Técnicas de Anatomía vegetal. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.100 p.
42. **Ramirez N. & Brito Y. 1987.** Patrones de floración y fructificación en una comunidad pantanosa tipo morichal (Calabozo- Guarico. Venezuela). *Acta Cient. Venezolana* 38:376- 381

43. **Samek 1973.** Pinares de Cajalbana. Acad. Cien. Cuba, Ser. Forestal. 13: 1- 56.
44. **Sakai S., Momose K., Yumoto T., Nagamitsu T., Nagamasu H., Hamid A. & Nakashizuka T. 1999.** Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. American Journal of Botany 86(10): 1414–1436
45. **Simpson M. 2006.** Plant Systematics. Elsevier Academic Press, New York, USA. 590 pp.
46. **Solereder H. 1908.** Systematic anatomy of the dycotiledons vol. II. Oxford Claredon Press: 669 pp.
47. **Smith C., Armesto J. & Figueroa J. 1998.** Flowering, fruiting and seed germination in Chilean rain forest myrtaceae: ecological and phylogenetic constraints. Plant Ecology 136: 119–131
48. **Steven D., Windser M., Patz F. & León B. 1987.** Vegetative and reproductive phenology of a palm assemblage in Panama. Biotropica 19(4): 342– 355
49. **Traveset A., Riera N. & Mas R. 2001.** Passage through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. Functional Ecology 15: 669-675.
50. **Wilkinson H. 1979.** The plant surface (mainly leaf). Part I, Stomata. In Metcalfe C. R. & Chalk L. Anatomy of the dicotyledons (sec. ed). University Press. Oxford 1: 40-53.
51. **Zomlefer W. 1994.** Guide to Flowering plant families. University of North Carolina Press, Chapel Hill, North Carolina, USA: 86-87.

9. - ANEXOS

Tabla 7: Fenología. a-inicio caída de hojas. b- estado caducifolio. c-inicio desarrollo de hojas. d- hojas maduras. e- inicio formación de fruto. f- fruto en desarrollo. g- frutos maduros. h-caída de fruto. 1- inicio formación de botones. 2- botones desarrollados. 3- inicio apertura floral. 4-flores abiertas. 5- caída de flores.

<i>Coccoloba microphylla</i>	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da
1	a	a	b	b	b	c	c	d	d	d	1	2	3	4	e	f	f	g	h	h	d	d	d	d
2	d	d	d	d	a	a	a	b	b	b	c	c	d	d	d	1	2	3	4	5	d	d	d	d
3	a	a	b	b	b	c	c	d	d	d	1	2	3	4	e	f	f	g	h	h	d	d	d	d
4	2	3	4	e	f	g	h	d	d	d	a	a	b	b	b	b	b	c	c	c	d	d	d	1
5	a	a	b	b	b	c	c	d	d	d	1	2	3	4	e	f	f	g	h	h	d	d	d	d
6	a	a	b	b	b	c	c	d	d	d	1	2	3	4	e	f	f	g	h	h	d	d	d	d
7	2	3	4	e	f	g	h	d	d	d	a	a	b	b		b	b	c	c	c	d	d	d	1
8	d	d	d	d	a	a	a	b	b	b	c	c	d	d	d	1	2	3	4	5	d	d	d	d
9	a	a	b	b	b	c	c	d	d	d	1	2	3	4	5	d	d	d	d	d	d	d	d	d
10	d	d	d	d	a	a	a	b	b	b	c	c	d	d	d	1	2	3	4	5	d	d	d	d

Tabla 7. Continuación: Fenología

<i>Coccoloba geniculata</i>	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da
1	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	1	2	3	4	e	e	f	f	g	g	h	h	d	d
2	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	1	2	3	4	e	e	f	f	g	g	h	h	d	d
3	f	h	h	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	1	1	2	3	4	e	e	f
4	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	1	2	3	4	5	d	d	d	d	d	d	d	d	d
5	f	h	h	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	1	1	2	3	4	e	e	f
6	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	1	2	3	4	e	e	f	f	g	g	h	h	d	d
7	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	1	1	2	3	4	5	d	d
8	f	h	h	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	1	1	2	3	4	e	e	f
9	a	a	a	b	b	c	c	c	d	d	1	2	3	4	5	d	d	d	d	d	d	d	d	d
10	a	a	a	b	b	c	c	c	d	d	1	2	2	4	e	e	f	f	g	g	h	h	d	d

Tabla 7. Continuación: Fenología

<i>Coccoloba armata</i>	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nob		Dic	
	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da
1	b	b	c	c	c	c	d	d	1	2	2	3	4	4	5	d	d	d	d	d	d	a	a	a
2	b	b	c	c	c	c	d	d	1	2	3	3	4	4	e	e	f	g	g	h	d	d	a	a
3	d	a	a	a	b	b	c	c	c	d	d	1	1	2	3	4	5	d	d	d	d	d	d	d
4	b	b	c	c	c	c	d	d	1	2	3	3	4	4	5	d	d	d	d	d	d	d	a	a
5	d	a	a	a	b	b	c	c	c	d	d	1	2	2	3	4	e	f	g	g	h	h	d	d
6	b	b	c	c	c	c	d	d	1	2	2	3	4	4	5	d	d	d	d	d	d	a	a	a
7	b	b	c	c	c	c	d	d	1	2	2	3	4	4	e	e	f	g	g	h	d	d	a	a
8	b	b	c	c	c	c	d	d	1	2	3	3	4	4	5	d	d	d	d	d	d	d	a	a
9	d	a	a	a	b	b	c	c	c	d	d	1	1	2	3	4	e	f	g	g	h	h	d	d
10	d	a	a	a	b	b	c	c	c	d	d	1	2	2	2	4	e	f	g	g	h	h	d	d