

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento de Biología

TRABAJO DE DIPLOMA

Características poblacionales y estado de conservación de *Psidium claraense* (Myrtaceae), endemismo del área de arenas cuarcíticas de Casilda, Sancti Spíritus

Autora: Darianni Antunes Alfonso

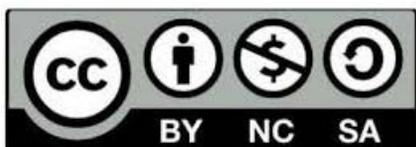
Tutor: MSc. Julio Pavel García Lahera

Santa Clara, junio, 2018
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419



**UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**Características poblacionales y estado de conservación
de *Psidium claraense* (Myrtaceae), endemismo del área
de arenas cuarcíticas de Casilda, Sancti Spiritus**

TESIS DE DIPLOMA

Autora: Darianni Antunes Alfonso

Santa Clara, 2018



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

TESIS DE DIPLOMA

Características poblacionales y estado de conservación de *Psidium claraense* (Myrtaceae), endemismo del área de arenas cuarcíticas de Casilda, Sancti Spíritus

Autora: Darianni Antunes Alfonso

Tutor: MSc. Julio Pavel García Lahera

Jardín Botánico de Sancti Spíritus, Centro de Servicios Ambientales (CSASS – CITMA)
Apartado Postal 952, Zona 2, Sancti Spíritus 60200. E-mail: jpavelgl@gmail.com

Santa Clara, 2018

Pensamiento:

*Produce una inmensa tristeza pensar que la naturaleza habla mientras
el género humano no la escucha.*

Victor Hugo

Dedicatoria:

A mis padres

Agradecimientos:

A mis padres por todo su amor y apoyo incondicional. A mi mami hermosa por creer siempre en mí, por amarme de una manera excepcional, por su paciencia, toda su dedicación, por estar siempre a mi lado y poder apoyarme sobre su hombro, en su pecho, gracias por ser la mejor madre del mundo y estar siempre para mí, presente en mi vida. A mi papi lindo por ser tan especial conmigo, por haber formado parte de toda mi vida, por cuidarme, protegerme, entenderme, ayudarme como solo tú sabes, agradezco todo lo que me has entregado de ti en mi vida. A ambos, gracias por sus enseñanzas, su ternura, comprensión y amor, quien soy hoy se los agradezco a ustedes..... Los amo.

A mi hermano por ayudarme y apoyarme siempre. Gracias por todos tus consejos, tu paciencia y comprensión, eres un ser especial y sabes que te adoro. Agradezco todo el apoyo que me has brindado y el tiempo que me has dedicado, todo lo que me has enseñado y gracias por estar cuando te he necesitado, por no haber perdido tu confianza en mí, y por quererme siempre.... Te quiero mucho.

A Mary Karla por ser tan especial, por el apoyo y el cariño que he recibido de ti, y un millón de gracias por tener en tu vientre a esa personita que me brinda esta fuerza para luchar y alcanzarlo todo, por entregarme esta maravillosa ilusión y esta felicidad de ser tía. Gracias por cuidar a mi hermanito y te quiero a ti y a mi bebecito que está por nacer.

A mi familia por la fuerza que me han brindado y por ayudarme a superarme y ser mejor cada día, gracias por todo lo que me han ofrecido que ha permitido que alcanzara todo lo que me he propuesto.

A mi tutor gracias por darme esta gran oportunidad, por confiar en mí y estar siempre a mi lado en este trabajo. Agradezco todo lo que me ha enseñado, su apoyo, sus consejos y esfuerzo. Un reconocimiento por dedicarme tiempo a pesar de tener tantas responsabilidades, eres un gran ejemplo a seguir. Por todo y más, muchas gracias.

A Elonay Mederos Yumar, Lisset Pérez Rodríguez y Onel García Espinosa, del staff técnico del Jardín Botánico de Sancti Spíritus, por el apoyo incondicional en el, siempre extenuante, trabajo de campo.

A Carlos Sebrango Rodríguez, profesor de la Universidad de Sancti Spíritus, por su ayuda con los análisis estadísticos.

El presente trabajo forma parte de los resultados del proyecto AMA-CITMA “Acciones integrales para contribuir a la conservación de la biodiversidad en el ecosistema amenazado de arenas blancas de Casilda, Sancti Spíritus” (Código: P211LH005-032), dirigido por mi tutor. A través de este proyecto fue canalizado el tiempo y financiamiento del trabajo de mi tutor conmigo, así como de los demás compañeros del Jardín Botánico de Sancti Spíritus, que me colaboraron particularmente en el trabajo de campo. También “Planta!”, la iniciativa para la conservación de la flora cubana, apoyó el trabajo de campo.

A mi madrina Magalis y a Carmencita por estar siempre pendientes de mí, por su preocupación y atención, y por todo su apoyo y cariño sincero. Las quiero.

A mis preciadas amistades DaylÍ y Lázaro por todo el cariño en cada momento que hemos vivido juntos. Gracias por estar siempre y quererme de una forma especial.

A Almanza por todos los consejos que siempre me ha dado y por ser esa persona que me quiere y se preocupa por mí, gracias por hacerme reír y aún más por todos esos bellos momentos que hemos compartido. A Miriam por todas sus atenciones y su cariño.

A Gerardo por haberme entregado su amor y su apoyo, por creer en mí y darme fuerzas para seguir luchando. Gracias por haber estado pendiente cuando te necesité durante esta carrera y esforzarte tanto por mí.

A Esiel por haberme amado tanto, por ayudarme incondicionalmente para que este sueño se hiciera realidad. Te agradezco mucho todo lo que has hecho por mí y por haber estado presente cuando te he necesitado. Gracias por todo el apoyo, el esfuerzo y el cariño que siempre me has brindado.

A todos los profesores y trabajadores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas por su preparación y dedicación.

A mis profesores Miriam, Katia y Florentino por la confianza que me brindaron y por toda su ayuda.

A las bibliotecarias de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Laura, Nela y Belkys por ayudarme cuando más lo necesitaba, por sus atenciones especiales.

A los profes Emma y Edgardo por sus atenciones y amabilidad.

A mi profe Félix de Física de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana por todos sus consejos, su amistad y por haber confiado en mí y darme fuerza en los momentos difíciles. Agradezco a los demás profesores y trabajadores de esta institución por haber contribuido a mi formación profesional.

A todas mis amistades y a todas aquellas personas que me han ayudado en un momento determinado durante mi carrera y en la realización de esta tesis les agradezco mucho.

RESUMEN

Las comunidades de plantas que se desarrollan sobre sustratos arenoso cuarcíticos constituyen centros importantes de diversidad y endemismo para la flora de Cuba. En la localidad de Casilda, municipio de Trinidad, provincia de Sancti Spíritus, se presenta una franja costera con estos tipos edáficos, que atesora importantes valores florísticos, para la preservación de los cuales urge la realización de disímiles acciones investigativas, entre las que sobresale el análisis autoecológico de especies significativas. *Psidium claraense* (Myrtaceae) constituye una prioridad del trabajo conservacionista en la zona, por su dualidad de endémica y amenazada. En el presente estudio se determinó la distribución puntual de la especie, se caracterizó la estructura de la población en relación con las formaciones vegetales donde se manifiesta, se inventarió la flora acompañante y se reevaluó su estado de conservación. Las mediciones y observaciones de campo se realizaron en 62 parcelas de 25 m², 35 en el matorral seminatural y 27 en la sabana seminatural. La población se desarrolla en dos grupos de individuos al oeste del poblado de Casilda, su estructura se encontró en desequilibrio debido a la escasa regeneración natural, causado probablemente por las afectaciones que producen las actividades humanas en su hábitat. Estas características se presentaron de forma semejante en ambas formaciones vegetales. Una alta proporción del total de especies componentes de la sabana y el matorral seminaturales mantienen una estrecha relación de coexistencia con *Psidium claraense*. Los resultados de la investigación sustentan el mantenimiento de la especie en la categoría de En Peligro Crítico.

Palabras clave: conservación biológica, especies amenazadas, estructura poblacional

ABSTRACT

Plant communities that grow on quartzitic sands substrata constitute very important centers of diversity and endemism for the flora of Cuba. In the locality of Casilda, Trinidad municipality from Sancti Spíritus province, it is presented a coastal fringe with these edaphological characteristics, that stores important floristic value, for the preservation of which it urges the realization of dissimilar investigative actions, among those stands out the autoecological analysis of significant species. *Psidium claraense* (Myrtaceae) constitutes a priority of the conservationist work in the area, for its duality of endemic and threatened. In the present study the punctual distribution of the species was determined, the population's structure was characterized in relation with the vegetation types where the species grows, the accompanying flora was inventoried and its conservation state was re-evaluated. The field mensurations and observations were carried out in 62 plots of 25 m², 35 in the seminatural scrubwood and 27 in the seminatural savanna. The population is developed in two groups of individuals to the west of the town of Casilda, its structure was found in imbalance due to the scarce natural regeneration, probably caused by the affectations that produce the human activities in its habitat; these characteristics were presented in a similar way in both vegetation types. A high proportion of the total component species of the savanna and scrubwood maintain a narrow coexistence relationship with *Psidium claraense*. The results of the investigation sustain the maintenance of the species in the category of Critically Endangered.

Key words: biological conservation, population structure, threatened species

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción	1
2. Revisión bibliográfica	3
2.1. Conservación de la diversidad biológica	3
2.2. Especies raras, endémicas y en peligro de extinción	3
2.2.1. Categorización de especies amenazadas.....	5
Categorización de plantas amenazadas en Cuba	5
2.3. Estudios de estructura poblacional	6
2.3.1. Estudios de estructura poblacional de plantas endémicas o amenazadas en Cuba	7
2.4. Sobre las características físico-geográficas, la flora y la vegetación del área de arenas cuarcíticas de Casilda	7
2.4.1. Características físico-geográficas	7
2.4.2. Flora	8
2.4.3. Vegetación	9
3. Materiales y métodos	10
Características botánicas de <i>Psidium claraense</i>	10
Área de estudio	10
3.1. Distribución puntual	11
3.2. Estudio de la estructura poblacional	11
3.2.1. Análisis de los datos	12
3.3. Estudio de la flora acompañante	13
3.4. Reevaluación del estado de conservación	13
4. Resultados	14
4.1. Distribución puntual	14
4.2. Estructura poblacional	14
4.3. Flora acompañante	19
4.4. Estado de conservación	22
5. Discusión	24
5.1. Distribución puntual	24
5.2. Estructura poblacional	24
5.3. Flora acompañante	26
5.4. Estado de conservación	27
6. Conclusiones	29
7. Recomendaciones	30
Referencias bibliográficas	31

1. Introducción

Las comunidades de plantas que se desarrollan sobre sustratos arenoso cuarcíticos constituyen centros muy importantes de diversidad y endemismo para la flora de Cuba (Urquiola, 1987; Cejas y Herrera, 1995; Orozco y García-Lahera, 2014). Estos tipos edafológicos poseen alto grado de acidez y bajo contenido de materia orgánica, por lo que condicionan circunstancias extremas a las plantas que allí se establecen, y por tanto en estas áreas ha evolucionado una flórmula muy particular (Borhidi, 1996).

En la localidad geográfica de Casilda, municipio Trinidad, provincia Sancti Spíritus, se presenta una franja costera con acumulación de arenas cuarcíticas que ha sido de interés para los botánicos desde el siglo XIX por el alto endemismo de su flórmula. Esta constituye, por mucho, la zona más destacada en cuanto a la concentración de endémicos del distrito fitogeográfico que lleva su nombre: Casildense (Samek, 1973; Borhidi y Muñiz, 1986).

Pese a los valores de su diversidad biológica, el depósito de arenas cuarcíticas de Casilda se encuentra entre los sitios naturales más amenazados de la provincia, pues algunas partes son fuertemente explotadas por la minería, otras son utilizadas para el cultivo de frutales, así como para el pastoreo de ganado vacuno. Estas y otras acciones ponen en peligro de forma inmediata los importantes ecosistemas que allí confluyen. Por ello esta localidad constituye un punto focal ineludible para la labor conservacionista en la provincia de Sancti Spíritus (Orozco y García-Lahera, 2012; García-Lahera y Orozco, 2015).

Hace más de una década especialistas del Jardín Botánico de Sancti Spíritus (JBSS) realizan disímiles acciones investigativas con el fin de contribuir a la conservación de los ecosistemas amenazados de Casilda (García-Lahera, 2017a). Entre los principales resultados obtenidos se encuentra la actualización del inventario florístico y la caracterización de los impactos humanos que amenazan la biodiversidad (Orozco y García-Lahera, 2014; García-Lahera y Orozco, 2015; García-Lahera, 2016). No obstante quedan por realizar innumerables acciones de estudio. Entre esas necesidades sobresale el análisis autoecológico de especies significativas.

Algunos de los trabajos primordiales, en ese ámbito, están relacionados con la caracterización de la estructura poblacional de los endémicos locales. Si bien los estudios de

estructura poblacional constituyen solo un registro puntual de lo que ocurre en la dinámica poblacional, estos permiten describir a la población de forma objetiva (García, 2002).

Psidium claraense Urb. (Myrtaceae) es uno de los cuatro taxones florísticos endémicos exclusivos del área de arenas cuarcíticas de Casilda (García-Lahera y Orozco, 2013; Orozco y García-Lahera, 2014). Este arbusto ha sido categorizado como En Peligro Crítico (González-Torres *et al.*, 2016). Por esa dualidad de endémica y amenazada, esta especie constituye una prioridad insoslayable del trabajo conservacionista en la zona. La obtención de conocimientos sobre cómo afectan la distribución puntual, la estructura poblacional y la flora acompañante al estado de conservación de *Psidium claraense*, proporcionará herramientas de documentación científica con mucho valor para la elaboración de los necesarios planes de preservación de esa joya de la flora espiritvana.

Para ello se propone la siguiente hipótesis de trabajo:

“La caracterización de diferentes variables de la autoecología de *Psidium claraense*, como la distribución puntual y la estructura poblacional, así como el inventario de su flora acompañante, permitirán la determinación actualizada de su estado de conservación”.

Para someter a prueba esta hipótesis se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Caracterizar variables de la autoecología de *Psidium claraense* que permitan actualizar el conocimiento sobre su estado de conservación en el área de arenas cuarcíticas de Casilda, Trinidad, Sancti Spíritus.

Objetivos específicos:

1. Determinar la distribución puntual de *Psidium claraense* en la localidad.
2. Caracterizar la estructura poblacional de *P. claraense* en relación con los tipos de vegetación donde se manifiesta.
3. Inventariar la flora acompañante de *P. claraense*.
4. Reevaluar el estado de conservación de *P. claraense* sobre la base de los resultados obtenidos.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Conservación de la diversidad biológica

La diversidad biológica o “biodiversidad”, es la variedad y variabilidad de los organismos vivientes (diversidad de genes, diversidad de especies y diversidad de poblaciones), los complejos ecológicos en donde viven (diversidad de comunidades y ecosistemas) y los procesos ecológicos y evolutivos que los mantienen (interacciones, perturbaciones, migraciones y ciclos de los nutrientes, entre otros) (Noss, 1990). La pérdida de diversidad biológica es uno de los problemas ambientales más apremiantes en la actualidad. Constituye uno de los signos verdaderamente preocupantes e irreversibles del cambio climático que evidentemente tiene lugar en el planeta. Alrededor del 50 % de las especies vivientes de la Tierra posee algún grado de amenaza de extinción. En Cuba, como lo refiere Vilamajó *et al.* (2002), este proceso de deterioro de la biodiversidad se ubica entre los cinco problemas medioambientales más graves, y en este momento está identificado como el “problema ambiental principal en el país” (CITMA, 2016).

El entendimiento de los factores que sustentan la pérdida de la biodiversidad es una de las tareas más urgentes que encaran los científicos en el presente (Valiente-Banuet *et al.*, 2015). El acelerado ritmo de la pérdida y fragmentación de los hábitats, y las perturbaciones a gran escala (e.g. invasiones biológicas, degradación de hábitat, defaunación recurrente) son actualmente las causas fundamentales, de origen antropogénico, de la extinción de especies (Sutherland *et al.* 2009; Valiente-Banuet *et al.*, 2015).

Como resultado y respuesta a la crisis global que presupone la pérdida de la diversidad biológica surge la disciplina conocida como Biología de la Conservación. Esta ciencia aplicada, que integra principios de las ciencias naturales y sociales, tiene el objetivo de lograr la persistencia a largo plazo de la biodiversidad en la Tierra (Dobson y Rodríguez, 2001; Galindo-Leal, 2003).

2.2. Especies raras, endémicas y en peligro de extinción

Para evaluar el estado de conservación de las especies se utilizan criterios que tienen en cuenta algunas medidas ecológicas. Uno de los temas centrales en Ecología es el estudio de la distribución y la abundancia de las especies (Krebs, 2008). La distribución puede ser cuantificada como el número de sitios en los cuales se presentan las especies, o como el

área del rango de distribución en una escala biogeográfica (Arita *et al.*, 1990). La abundancia usualmente se refiere a la densidad poblacional local: el número de individuos que se cuantifican en un sitio dado, no obstante estudios de este tipo, más detallados, implican el reconocimiento de los individuos por edades, sexos, tamaños y dominancia, e incluso involucran la identificación de variantes genéticas (Begon *et al.*, 2006). Estas medidas forman parte de los criterios que son tomados en cuenta para la evaluación del estado de conservación de las especies y la conformación de las Listas Rojas nacionales, regionales o globales (véase UICN, 2001).

Para los biólogos conservacionistas el estudio de la distribución y la abundancia de los organismos adquiere especial significado. Estos profesionales se interesan particularmente en las especies raras, aquellas cuya escasez o rango restringido de distribución las hacen más propensas a la extinción (Terborgh, 1974; Arita *et al.*, 1990).

Los estudios sobre este tema aportan diversas aristas de entendimiento, así por ejemplo se conoce que desde el punto de vista genético, bajas densidades poblacionales representan mayores posibilidades de disminución de la variabilidad genética y por tanto menores posibilidades de supervivencia a largo plazo (Lande, 1999; Amos y Balmford, 2001). Por otra parte la rareza o ausencia de especies altamente interactivas deja un vacío funcional que puede desencadenar cambios que conducen a ecosistemas degradados o simplificados (Soulé *et al.*, 2003). A escala local la probabilidad de extinción de una población disminuye en tanto aumente su tamaño (Pimm *et al.*, 1988). Mientras que a escala regional, las especies que se presentan en muchas localidades poseen mejores posibilidades de supervivencia que las que tienen distribución restringida, de la misma manera los organismos especializados en un hábitat determinado, como las islas, son más sensibles a las perturbaciones que las especies generalistas (Arita *et al.*, 1990).

La biota en las islas –por la escasez espacial, las barreras de dispersión, las adaptaciones a la insularidad y poblaciones reducidas– es particularmente sensible a las presiones ambientales, climáticas y antropogénicas, y por ende más susceptible a la extinción (Fernández-Palacios, 2004; Wood *et al.*, 2017). De hecho alrededor del 60 % de las extinciones en el planeta han ocurrido en islas (Whittaker y Fernández-Palacios, 2007). Dado esta alarmante realidad, las islas son uno de los lugares donde más urge realizar trabajos encaminados a frenar la actual crisis de la biodiversidad (Paulay, 1994).

El endemismo, entendido en general como la distribución limitada de un taxón a un ámbito geográfico específico (Cowling, 2001), es un fenómeno particularmente presente en las islas. Como consecuencia del alto endemismo, las islas poseen altos niveles de extinción, puesto que la rareza es una característica distintiva de muchas de las especies insulares (Gillespie *et al.*, 2001). Es precisamente el endemismo la particularidad más sobresaliente de la flora cubana (Borhidi, 1996), con un 53 % de plantas exclusivas de nuestro archipiélago (González-Torres *et al.*, 2016).

2.2.1. Categorización de especies amenazadas

Las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN, tienen la intención de ser un sistema de fácil comprensión para clasificar especies en alto riesgo de extinción global. Tras una amplia consulta y aplicación práctica del sistema, se ha comprobado que es aplicable para la mayoría de los organismos. Sin embargo, se debe anotar que aunque el sistema sitúa a especies en las categorías de amenaza con un alto grado de fiabilidad, los criterios no tienen en cuenta “la historia natural” de las especies. Por lo tanto, en ciertos casos concretos el riesgo de extinción puede estar sub - o sobreestimado (UICN, 2001).

Los primeros criterios para las Listas Rojas fueron adoptados en 1994, después de un amplio proceso consultivo, que involucró cientos de científicos de todo el mundo (Vié *et al.*, 2008). Estos criterios y categorías fueron aprobados por última vez en el 2001 por la UICN, donde se establecieron 9 categorías –Extinto (EX), Extinto en Estado Silvestre (EW), En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT), Preocupación Menor (LC), Datos Insuficientes (DD) y No Evaluado (NE)– y 5 criterios, que se refieren al número de individuos, tamaño poblacional, extensión de la población, principales amenazas y fragmentación de los hábitats, entre otros aspectos. La variación en magnitud de estos criterios ubica las especies en una categoría determinada, siendo las que requieren mayor atención: Extinto, En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerable (UICN, 2001; García-Beltrán *et al.*, 2016a).

Categorización de plantas amenazadas en Cuba

En Cuba el proceso de evaluación de la flora, siguiendo los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2001), exhibe un nivel de progreso

considerable, tal como lo demuestra la reciente actualización de la lista roja de la flora cubana (González-Torres *et al.*, 2016), que compendia la valoración de 4 627 especies (66,57 % del total estimado de especies cubanas). Los hitos más sobresalientes que anteceden a la publicación de esta obra son: la creación en el año 2003 del Grupo de Especialistas en Plantas Cubanas (GEPC) adscrito a la Comisión para la Supervivencia de las Especies (CSE/UICN) y la publicación, en 2005, de la “Lista Roja de la flora vascular cubana” (Berzaín *et al.*, 2005), que compilaba el análisis del estado de conservación de 1 414 taxones (20 % de las especies nativas). La categorización de algunos de esos taxones se basó en estudios de su estructura poblacional.

2.3. Estudios de estructura poblacional

El enfoque sobre la diversidad ha dado lugar a gran cantidad de inventarios y de análisis a nivel comunidad (índices de diversidad y similitud). Sin embargo, los cambios en la diversidad de especies en una localidad son el resultado de procesos poblacionales a nivel de especie. La ausencia o presencia de una especie más en una lista se debe a procesos de extinción o colonización y a la estabilidad demográfica de la población (Galindo-Leal, 2003). Por estas razones, algunos autores han subrayado el nivel poblacional en la sustentación de la biodiversidad (Caughley y Gunn, 1996). En este sentido la biología de la conservación se enfocaría al mantenimiento de las poblaciones, las cuales son la unidad ecológica y evolutiva (Galindo-Leal, 2003). A semejante conclusión arriban Brigham y Thomson (2003), quienes aseveran que las poblaciones constituyen la unidad básica para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial, por lo que comprender su estructura y funcionamiento es una de las metas de la ecología actual.

Ante el creciente riesgo de extinción de diversas poblaciones de plantas y animales silvestres, los científicos enfrentan la necesidad de elaborar diagnósticos sobre los riesgos en que se encuentran las poblaciones para establecer medidas de conservación y protección (Jiménez-Sierra *et al.*, 2009). Los estudios de estructura poblacional por clases de estado permiten realizar una descripción rápida y objetiva de lo que está sucediendo con la especie en un sitio específico (García, 2002), brindan información sobre la capacidad de regeneración de las poblaciones naturales (Barboza *et al.*, 2009), en fin, proporcionan una mejor comprensión y visión acerca de la viabilidad potencial de una población (Elzinga *et al.*, 1998).

2.3.1. Estudios de estructura poblacional de plantas endémicas o amenazadas en Cuba

En los últimos años se ha desarrollado un amplio conjunto de trabajos en la línea investigativa de la caracterización de la estructura de poblaciones de plantas cubanas, sobre todo de especies amenazadas de extinción. Ejemplo de ello son los trabajos referidos a especies de orquídeas, como el de González *et al.* (2007) sobre *Broughtonia cubensis*, Mújica (2007) que estudia las poblaciones de tres especies (*Broughtonia cubensis*, y *Dendrophylax lindenii* y *Encyclia bocourtii*) en la península de Guanahacabibes. Otros estudios recientes sobre orquídeas cubanas son los de: Mújica y Raventós (2010), Mújica *et al.* (2013), García-González y Riverón-Giró (2014), García-González *et al.* (2016a) y Testé *et al.* (2017).

Otro grupo de especies investigadas han sido las plantas del género *Magnolia*. Ejemplos de esos estudios son los realizados por: Palmarola *et al.* (2011), Molina-Pelegrín *et al.* (2014), Gordillo (2015), Granado (2015) y Palmarola *et al.* (2017).

Además se pudo revisar investigaciones actuales sobre las poblaciones de *Amaranthus minimus* (Amaranthaceae) (González-Oliva, 2010), *Erigeron bellidiastroides* (Asteraceae) (Rodríguez-Cala *et al.*, 2017), *Heptanthus ranunculoides* (Asteraceae) (Toledo-González *et al.*, 2017), *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* (Hypericaceae) (García-Beltrán *et al.*, 2016b), *Melocactus guitartii* (Cactaceae) (Díaz, 2017), *Melocactus nagyi* (Cactaceae) (Martínez *et al.*, 2005; García-González *et al.*, 2016b), *Tabebuia lepidophylla* (Bignoniaceae) (Granado *et al.*, 2016) y *Vachellia belairioides* (Fabaceae) (Gómez *et al.*, 2018).

Es de resaltar que ninguno de los estudios mencionados se refiere a especies del género *Psidium*, ni a la familia Myrtaceae, por lo que este trabajo constituye una novedad en este sentido. Es también el primer trabajo que evalúa aspectos autoecológicos de las especies significativas de los ecosistemas sobre arenas cuarcíticas de Casilda.

2.4. Sobre las características físico-geográficas, la flora y la vegetación del área de arenas cuarcíticas de Casilda

2.4.1. Características físico-geográficas

La zona con predominio de suelos arenoso-cuarcíticos se ubica en la localidad de Casilda, municipio de Trinidad, provincia de Sancti Spíritus, hacia el centro y sur de Cuba, entre los

21°39'-21°46'N y los 79°50'-80°01'W. Es una llanura fluvio-acumulativa arenosa, que se extiende, como un margen costero, bordeando la Ensenada de Casilda hasta la desembocadura del río Agabama, ocupa una superficie de 70 km² aproximadamente. Desde el punto de vista fitogeográfico –según la clasificación de Borhidi & Muñiz (1986)– el área forma parte del distrito *Casildense*, constituyendo su extremo más oriental, en el sector Cuba centro-occidental (Havanicum) correspondiente a la subprovincia Cuba Central (Orozco y García-Lahera, 2014).

Los suelos arenoso cuarcíticos (ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado, ferralítico cuarcítico amarillo-rojizo lixiviado y gley amarillento cuarcítico) predominantes en el área no guardan relación de origen con el basamento litológico cársico sobre el que se asientan; según Ortega (1994) estos fueron trasladados hacia su emplazamiento actual desde las montañas cercanas por erosión hídrica y eólica, en eluvios ocurridos durante las fases áridas del Pleistoceno. Estos suelos poseen alto grado de acidez y bajo contenido de materia orgánica, tales características del sustrato, unido a la condición arenosa le imponen circunstancias extremas a la vegetación que allí se establece (Orozco 1999).

Dicha vegetación además está adaptada a condiciones climáticas como: precipitaciones anuales totales (1 183 mm), precipitaciones en el período seco (220 mm), precipitaciones en el período lluvioso (963 mm), temperatura (26 °C), humedad relativa (75 %), velocidad del viento (7,9 km/h).

2.4.2. Flora

En la actualidad la riqueza florística identificada en la localidad de referencia asciende a 307 taxones infragenéricos (Orozco y García-Lahera, 2014; García-Lahera y Orozco, 2015). El análisis de la lista florística actualizada del área expone las siguientes particularidades: la flórua de Casilda es de base caribeña; se registran 54 taxones infragenéricos endémicos de Cuba, entre los cuales se encuentran cuatro endemismos exclusivos: *Psidium claraense* (Myrtaceae) –cuya población es objeto de este trabajo de tesis–, *Condea rivularis* (Britton) Harley & J.F.B. Pastore (= *Hyptis rivularis* Britton) (Lamiaceae), *Mosiera crenulata* (Urb. & Ekman) Borhidi (Myrtaceae), y *Varronia intricata* (C. Wright) Borhidi (Boraginaceae). Conviven en estos ecosistemas un total de 21 taxones infragenéricos amenazados de extinción: 10 categorizados En Peligro Crítico (*Psidium claraense* entre ellos), cuatro En

Peligro, uno Vulnerable y seis Amenazadas (categorización preliminar). Además otras seis especies están valoradas como Casi Amenazadas.

Varias actividades económicas que realizan los pobladores de la localidad constituyen amenazas que están afectando los valores florísticos que se manifiestan en Casilda, principalmente: la minería, el pastoreo, los fuegos intencionados y las plantaciones. La propagación de 36 especies invasoras es un efecto agregado de todos los impactos mencionados (García-Lahera y Orozco, 2015).

2.4.3. Vegetación

Orozco y García-Lahera (2014) determinaron, mapificaron a escala amplia y describieron brevemente nueve tipos de vegetación en la zona de arenas silíceas de Casilda: dos formaciones arbóreas (bosque de mangles y bosque sinantrópico), tres arbustivas (matorral xeromorfo costero sobre arena cuarcítica, matorral seminatural y matorral sinantrópico) y cuatro herbáceas (sabana seminatural con palmas bajas y arbustos dispersos, sabana antrópica, comunidades halófitas y vegetación acuática de agua dulce). Seis de estos tipos de vegetación son formaciones naturales o seminaturales y los restantes tres son formaciones secundarias.

La población de *Psidium claraense*, objeto de este estudio, se encuentra distribuida en dos formaciones vegetales: el matorral seminatural y la sabana seminatural con palmas bajas y arbustos dispersos. El matorral seminatural es una vegetación arbustosa cerrada, representada en las cercanías del poblado de Casilda, que ocupa el segundo lugar en cuanto a riqueza de especies entre los ecosistemas sobre arenas cuarcíticas de la zona. Esta vegetación está muy relacionada en cuanto a su ubicación espacial y composición florística con la sabana seminatural con palmas bajas y arbustos dispersos, donde los arbustos forman grupos más o menos grandes, dispersos, rodeados por una amplia matriz herbácea (Orozco y García-Lahera, 2014).

3. Materiales y métodos

Características botánicas de *Psidium claraense*

Psidium claraense Urb. pertenece a la familia Myrtaceae. Es un arbusto o arbolito. Sus hojas son lampiñas, densamente translúcido-punteadas, de forma oval u ovalelíptica, de 2-2,7 cm, brevemente acuminadas en el ápice obtusito y con la base aguda estrechada en el pecíolo. Sus flores son de color blanco. El cáliz es glanduloso. Posee 15 óvulos en cada celda. Se distribuye exclusivamente en Casilda, Las Villas (Alain, 1953), localidad que, en la actual división político-administrativa, pertenece al municipio Trinidad, provincia Sancti Spíritus. Sin problemas taxonómicos (Greuter y Rankin, 2017).

Área de estudio

El trabajo se realizó en la llanura costera con predominio de arenas cuarcíticas al oeste del poblado de Casilda, entre los 21°45' - 21°46'N y los 79°59' - 80°01'W, hacia el suroeste del territorio provincial espiritano (Fig. 1). Específicamente se trabajó en el matorral seminatural y la sabana seminatural con palmas bajas y arbustos dispersos, que son las formaciones vegetales donde se había citado la presencia de la especie (Orozco y García-Lahera, 2014).

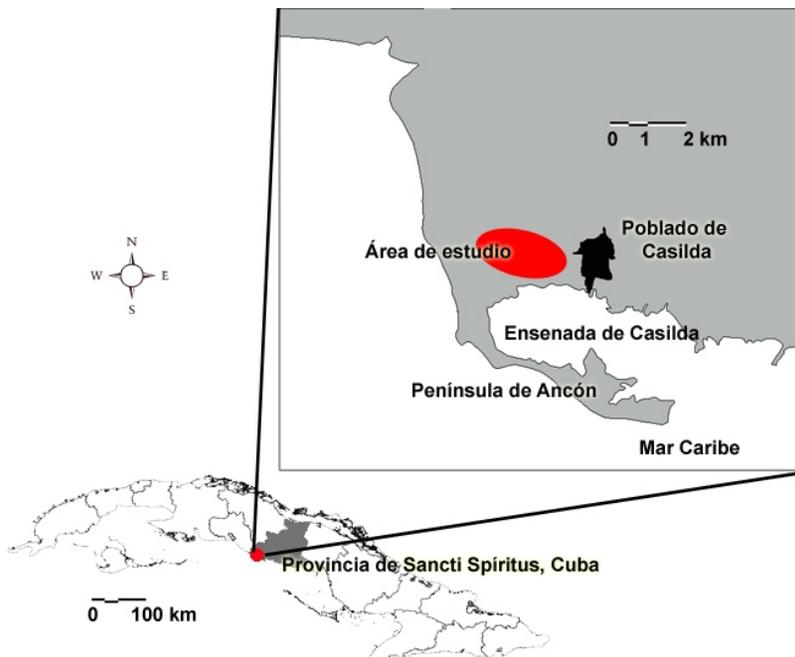


Figura 1. Esquema de localización geográfica del área de estudio.

3.1. Distribución puntual

Se utilizó el método de muestreo adaptativo (Krebs, 1999): se ubicaron varias unidades muestrales al azar y cuando se encontraron individuos de la especie estudiada en una de ellas, se agregaron más unidades en su vecindad. En tres expediciones de campo, llevadas a cabo entre octubre de 2017 y febrero de 2018, se realizaron un total de 62 parcelas de 5 x 5 m (25 m²), 35 en el matorral seminatural y 27 en la sabana seminatural, todas las cuales fueron georreferenciadas con un equipo GPS Garmin Etrex 20. El tamaño de las parcelas se determinó por la factibilidad de su uso en el caso particular de este estudio, no obstante a que es de las medidas más frecuentemente usadas para el trabajo con arbustos (Sutherland, 2006), y en Cuba se ha usado con éxito (véase por ejemplo el estudio de Granado *et al.* (2016). La representatividad de la muestra se determinó usando el programa *Ecological Methodology*, sobre la base de datos de altura de las plantas obtenidos en un estudio piloto.

3.2. Estudio de la estructura poblacional

En cada parcela se registró el número de individuos de la especie y de cada uno se midieron los siguientes atributos: 1- altura (H); 2- diámetro mayor del arbusto (D1) y su perpendicular (D2); 3- diámetro mayor de los tallos basales, evaluado a una altura de 25 cm del suelo (Dt); 4- número de tallos por unidad (ramets) mayores de 0,5 cm de diámetro (Nt). Para medir las alturas y los diámetros se utilizó una cinta métrica (± 1 mm) y para el diámetro de los tallos un pie de rey (± 1 mm). Se estimó el volumen aéreo de los individuos de *P. claraense* asumiendo la forma geométrica denominada “Paraboloide elíptico”, según la ecuación: $V = 4\pi abc/6$, donde a y b son los diámetros medidos divididos por dos y c es la altura de la planta (Fig. 2).

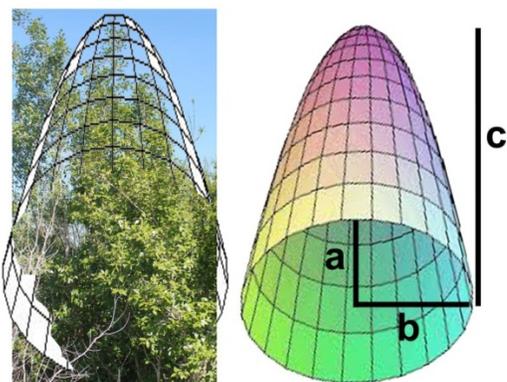


Figura 2. Esquema que visualiza la forma geométrica usada para la estimación del volumen aéreo de los individuos de *Psidium claraense*, y las mediciones necesarias para el cálculo (a y b: diámetros divididos por dos, c: altura de la planta).

Las clases de estado se delimitaron según la altura, sobre la base de los datos obtenidos para esta variable durante el muestreo, semejante a lo realizado por Granado *et al.* (2016). Los rangos establecidos fueron: (I) individuos de hasta 1 m; (II) >1 - 2 m; (III) >2 - 3 m; (IV) >3 - 4 m y (V) >4 m. A partir del número de individuos en cada una de las clases, se elaboró un histograma donde se destacaron las frecuencias relativas de los individuos en cada una de estas. Igualmente se confeccionó un histograma de frecuencias en función de la formación vegetal.

El patrón de arreglo espacial de la población se determinó mediante el Índice de Morisita estandarizado (I_p) según Krebs (1999), para su cálculo se usó el programa *Ecological Methodology*. La densidad se estimó para la población en su totalidad y para las clases, a partir de la división del número de individuos en cada clase entre el área muestreada (m^2).

3.2.1. Análisis de los datos

Para las variables: altura, diámetro mayor del arbusto y su perpendicular, y volumen, se comprobó la normalidad y homogeneidad de varianza, para lo cual se realizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene respectivamente. A estas variables se les determinó el coeficiente de correlación de Pearson, donde se consideraron biológicamente correlacionadas aquellas con un valor de $|r| > 0,7$ (Zar, 1999). Se aplicó la prueba t de muestras independientes para comparar el comportamiento de dichas variables en función de las formaciones vegetales.

En el caso del diámetro mayor de los tallos basales y del número de tallos, al ser variables discretas se aplicó la prueba U de Mann-Whitney en función de comparar el comportamiento de estas en cada formación vegetal. Para determinar la correlación de estas variables con las demás (altura, diámetro mayor del arbusto y su perpendicular y, volumen), se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. En los análisis estadísticos se asumió siempre significación para $p < 0,05$. Los análisis estadísticos se realizaron en el programa SPSS v. 22.0.

3.3. Estudio de la flora acompañante

En aquellas parcelas en las que se encontraron individuos de *P. claraense*, se documentó la flora asociada o acompañante. Para ello se anotaron todas las especies de plantas vasculares cuya proyección basal incidiera dentro de los límites de la parcela, incluso si solo representaba una pequeña porción.

Las especies se identificaron a través del uso de las claves y descripciones de la obra “Flora de Cuba” (León, 1946; León y Alain, 1951; Alain, 1953, 1957, 1964, 1974), y varias otras monografías posteriores, la mayoría resultantes del proyecto “Flora de la República de Cuba”, además de la consulta al herbario del Jardín Botánico de Sancti Spíritus. Se usó la compilación de Greuter y Rankin (2017) para la actualización taxonómica y nomenclatural de los taxones, así como para la actualización de la distribución de las especies. Para la determinación de las especies invasoras se consultó la compilación de Oviedo y González-Oliva (2015) y para el análisis de flora amenazada se consultó la obra de González-Torres *et al.* (2016).

3.4. Reevaluación del estado de conservación

Se actualizó la hoja del taxón (García-Lahera, 2015a), en la cual se incluyeron los datos obtenidos como parte de esta investigación. Se revisaron los criterios y la categoría a la que está asignada la especie, sobre la base de lo estipulado en UICN (2001).

4. Resultados

4.1. Distribución puntual

La especie objeto de investigación se encontró solo en dos zonas del área total muestreada (Fig. 3), específicamente en los alrededores de las coordenadas siguientes:

. 21°46'19.67"N y 80°1'8.12"O. A unos 2,8 km al noroeste del poblado de Casilda y 1,2 km al noreste de la curva de Alfredo.

. 21°46'11.95"N y 80°0'33.81"O. A 1,8 km al noroeste del poblado de Casilda aproximadamente y 2 km al noreste de la curva de Alfredo.

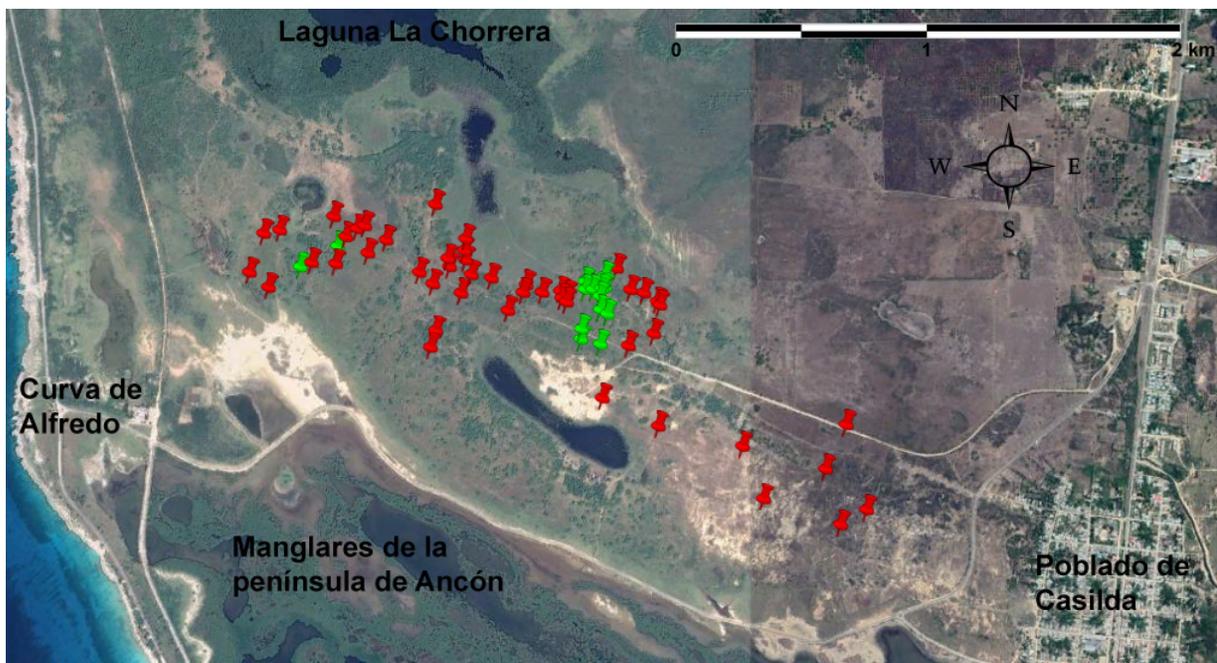


Figura 3. Foto satelital de la zona estudiada donde se muestra la ubicación de las parcelas realizadas. En verde se indican las parcelas en las que se encontraron individuos de *Psidium claraense*, y en rojo las que no contenían individuos de la especie.

4.2. Estructura poblacional

La población de *Psidium claraense*, en las llanuras con predominio de arenas cuarcíticas al oeste del poblado de Casilda, en el periodo evaluado, mostró mayor frecuencia de individuos en la tercera y cuarta clases, con valores de 31,2 % en ambos casos (Fig. 4). En las dos primeras clases, o sea los individuos hasta 2 m de altura, se observó la menor cantidad de individuos entre todas las clases.

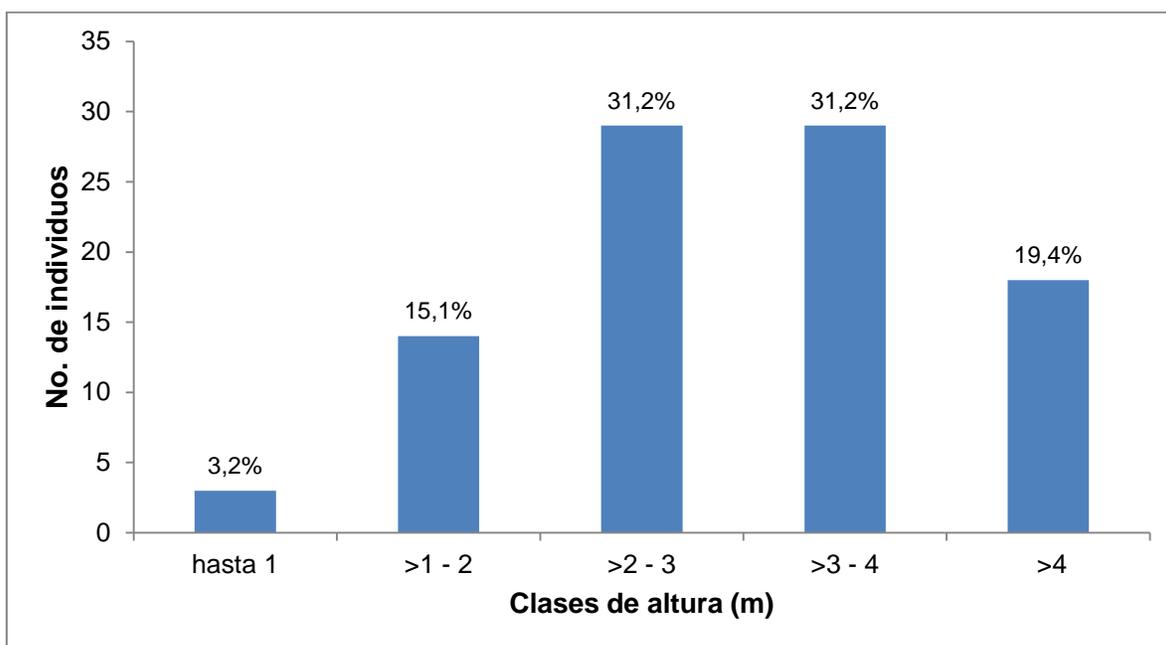


Figura 4. Estructura poblacional de *Psidium claraense* en las llanuras con predominio de arenas cuarcíticas al oeste del poblado de Casilda, Trinidad, Sancti Spíritus, según clases de altura, febrero de 2018. Los porcentajes encima de las barras corresponden a las frecuencias relativas de individuos en cada clase.

La altura promedio para la población fue de $3,03 \pm 0,10$ m con un mínimo de 0,7 m y un máximo de 6,0 m. Los individuos de *P. claraense* mostraron un patrón de distribución agregado ($I_p=0,5475$), con una densidad poblacional de 0,06 individuos/m² ($\pm 0,02$). Por otra parte, resultaron estadísticamente correlacionadas las variables: diámetro mayor de los tallos basales con la altura de la planta ($s=0,819$) y con el volumen aéreo ($s=0,754$); así como entre el diámetro mayor de las plantas y su perpendicular ($r=0,812$, $s=0,812$). Lógicamente, también se encontraron valores significativos de correlación entre el volumen aéreo de las plantas y las variables componentes de la formulación para su estimación, o sea: la altura, el diámetro mayor y su perpendicular. El número de tallos por unidad no está correlacionada con ninguna otra variable (Tablas I y II).

Tabla I. Matriz de correlación entre las variables seleccionadas para caracterizar la población de *Psidium claraense* en las llanuras con predominio de arenas cuarcíticas al oeste del poblado de Casilda, Trinidad, Sancti Spíritus, febrero de 2018. Se muestran los valores de los coeficientes de correlación de Pearson (r) para cada par de variables continuas y se

destacan en negrita los valores de $|r|>0,7$. H: altura de la planta. D1: diámetro mayor del arbusto. D2: diámetro perpendicular al diámetro mayor del arbusto. V: volumen.

	H	D1	D2	V
H	-			
D1	0,653	-		
D2	0,601	0,812	-	
V	0,776	0,907	0,824	-

Tabla II. Matriz de correlación entre las variables seleccionadas para caracterizar la población de *Psidium claraense* en las llanuras con predominio de arenas cuarcíticas al oeste del poblado de Casilda, Trinidad, Sancti Spíritus, febrero de 2018. Se muestran los valores de los coeficientes de correlación de Spearman (s) para cada par de variables (tanto las continuas como las discretas) y se destacan en negrita los valores de $|r|>0,7$. H: altura de la planta. D1: diámetro mayor del arbusto. D2: diámetro perpendicular al diámetro mayor del arbusto. V: volumen. Dt: diámetro mayor de los tallos basales. Nt: número de tallos por unidad.

	H	D1	D2	V	Dt	Nt
H	-					
D1	0,607	-				
D2	0,592	0,812	-			
V	0,796	0,918	0,914	-		
Dt	0,819	0,629	0,605	0,754	-	
Nt	0,277	0,494	0,390	0,454	0,298	-

El análisis de la frecuencia de individuos por clases de alturas, en función de las formaciones vegetales mostró mayor número de individuos en el matorral seminatural (Fig. 5). En este propio tipo de vegetación se registró el valor más alto de densidad con 0,08 ind/m² (\pm 0,03), mientras que en la sabana este valor fue 0,04 ind/m² (\pm 0,02) (Tabla III). En ambas formaciones las dos primeras clases de alturas presentaron los menores valores, lo cual sucedió de forma semejante para la cuarta clase de la sabana. Los valores máximos se aprecian en la tercera y cuarta clases para el caso del matorral, mientras que en la sabana sobresalen en la tercera y quinta clases (30,8 % en ambas clases). Las densidades tuvieron ese mismo patrón (Tabla III). El patrón de arreglo espacial fue agregado tanto en sabana como en matorral, con $I_p= 0,5758$ e $I_p= 0,5795$ respectivamente. Cuando se comparó las variables normales en las dos formaciones vegetales, utilizando la prueba t, se obtuvo diferencias significativas solamente para la variable D1 ($p=0,027$), y en el caso de las variables Dt y Nt, utilizando la prueba de U de Mann Whitney, no se obtuvo diferencias

significativas, aunque en el caso de la variable Dt, se puede decir que hay diferencias medianamente significativas ($p=0,053$) (Fig. 6).

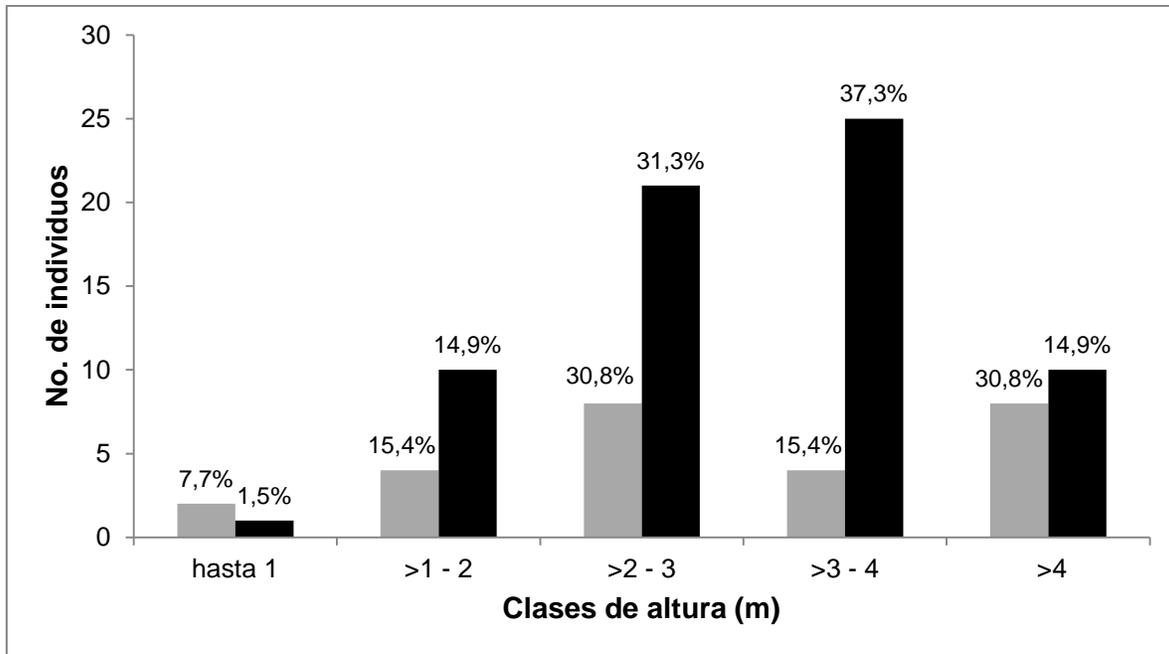


Figura 5. Estructura poblacional de *Psidium claraense* según clases de altura, en función de las formaciones vegetales: sabana seminatural (barras grises) y matorral seminatural (barras negras). Los porcentajes encima de las barras corresponden a las frecuencias relativas de individuos en cada clase, respecto al total de individuos en cada tipo de vegetación.

Tabla III. Densidades por clases de altura de los individuos de *Psidium claraense* en cada formación vegetal: sabana seminatural (Sab.) y matorral seminatural (Mat.). EE: error estándar.

Clases de altura (m)	Densidad Sab. (indiv./m ² ± EE)	Densidad Mat. (indiv./m ² ± EE)
hasta 1	0,003 ± 0,003	0,001 ± 0,001
>1 - 2	0,006 ± 0,005	0,011 ± 0,005
>2 - 3	0,012 ± 0,006	0,024 ± 0,009
>3 - 4	0,006 ± 0,005	0,029 ± 0,014
>4	0,012 ± 0,009	0,011 ± 0,007
Total	0,04 ± 0,02	0,08 ± 0,03

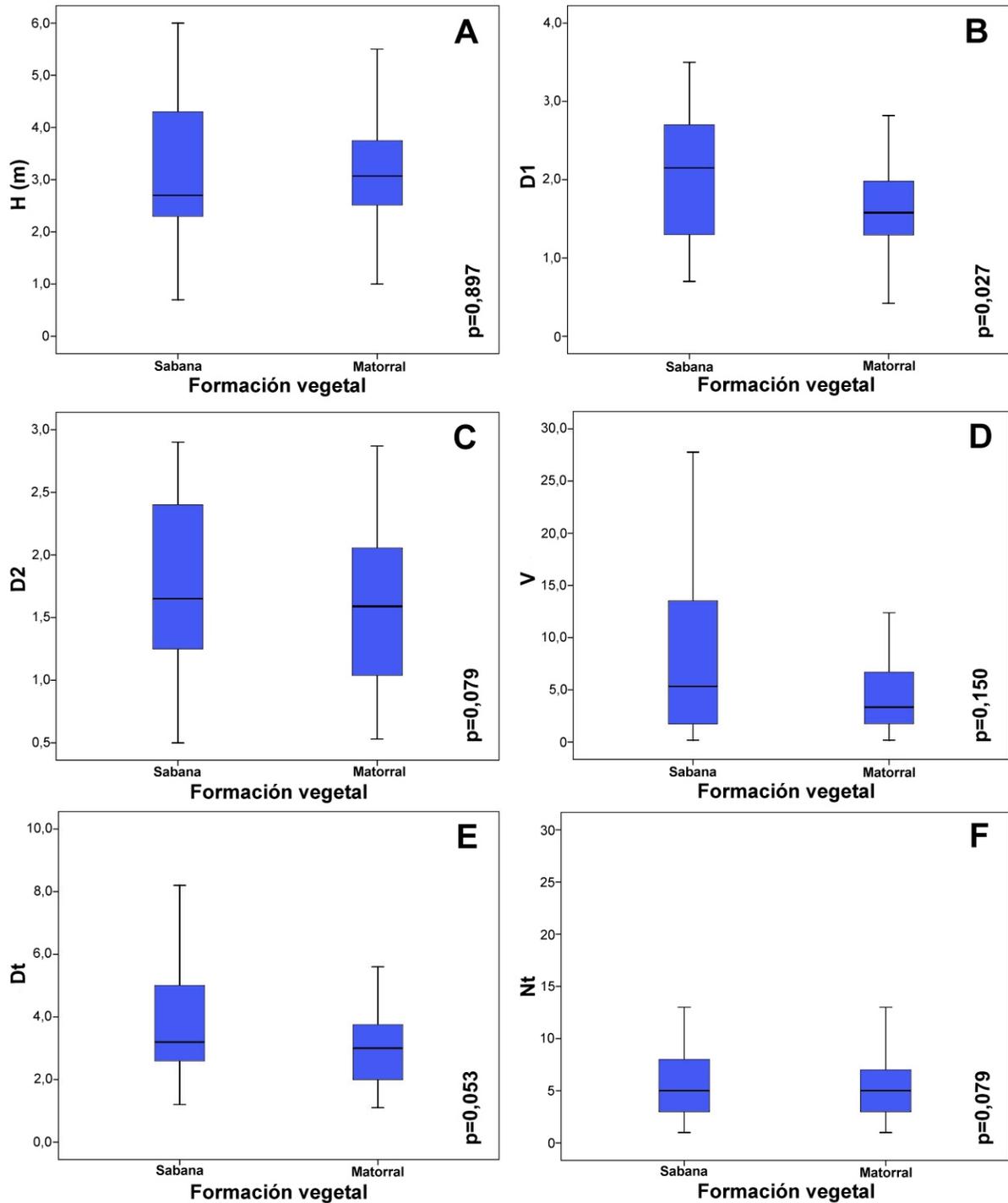


Figura 6. Comparación de las variables entre las formaciones vegetales en la población de *Psidium claraense*. En cada variable se expresa el nivel de significación (p). A: altura de la planta (H). B: diámetro mayor del arbusto (D1). C: diámetro perpendicular al diámetro mayor del arbusto (D2). D: volumen (V). E: diámetro mayor de los tallos basales (Dt). F: número de tallos por unidad (Nt).

4.3. Flora acompañante

La flora acompañante de *Psidium claraense* está representada por 74 taxones infragenéricos, pertenecientes a 65 géneros y 35 familias. La familia con mayor abundancia fue Fabaceae, con 14 especies, seguida de Apocynaceae y Boraginaceae con seis especies cada una (Tabla IV). En la sabana se encontraron 65 especies, mientras que en el matorral la flora acompañante está compuesta por 63 especies.

La mayoría de las especies de la flora acompañante fueron autóctonas (60 especies, que representó el 81,1 % del total), con un total de 14 endémicas (Tabla IV). A casi la mitad de las especies autóctonas de la flora acompañante de *P. claraense* le ha sido evaluado su estado de conservación. Se constató que cuatro especies están consideradas como amenazadas de extinción, tres asignadas a la categoría de En Peligro Crítico y una a Vulnerable; todas estas se encuentran en el matorral seminatural, y solo dos en la sabana seminatural. Una especie está considerada en la categoría de Casi Amenazada y otras 24 se asignaron a la categoría de Preocupación Menor (Tabla IV).

Se registraron un total de 14 especies exóticas, entre las que se cuentan 11 invasoras, de las que un total de ocho se incluyen entre las 100 más nocivas para Cuba (Tabla IV). Todas estas especies invasoras se encuentran en ambas formaciones vegetales investigadas.

Tabla IV. Flora acompañante de *Psidium claraense*. Nombres científicos, distribución (A/E), invasividad (I), estado de conservación (Est. Cons.) y formaciones vegetales (FV). Leyenda: Distribución de los taxones: A: autóctono, E: exótico, A*: endemismo. Invasividad de los taxones: I: especie invasora, I': especie invasora incluida entre las 100 más nocivas para Cuba. Estado de conservación: CR: En Peligro Crítico, VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor, NE: No Evaluado. 1: sabana seminatural, 2: matorral seminatural.

Taxón infragenérico	A/E	I	Est. Cons.	FV	
				1	2
Anacardiaceae					
<i>Anacardium occidentale</i> L.	E			X	
Antirrhinaceae					
<i>Scoparia dulcis</i> L.	A		NE	X	
Apocynaceae					
<i>Angadenia berteroi</i> (A. DC.) Miers	A		NE	X	X
<i>Cryptostegia grandiflora</i> R. Br.	E	I'		X	X

<i>Echites umbellatus</i> Jacq. subsp. <i>umbellatus</i>	A		NE	X	X
<i>Mesechites roseus</i> Miers	A*		NE	X	X
<i>Metastelma cubense</i> Decne.	A*		NE	X	X
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	A		NE	X	X
Arecaceae					
<i>Coccothrinax miraguama</i> (Kunth) Becc. subsp. <i>miraguama</i>	A*		LC	X	X
Asteraceae					
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	E			X	X
<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	A		LC		X
<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	A		LC	X	
Boraginaceae					
<i>Bouyeria setosohispida</i> O.E. Schulz	A*		NE	X	X
<i>Bouyeria succulenta</i> Jacq.	A		LC	X	X
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	A		LC	X	X
<i>Cordia obliqua</i> Willd.	E	I'		X	X
<i>Varronia bullata</i> subsp. <i>globosa</i> (Jacq.) Greuter & R. Rankin	A		LC	X	
<i>Varronia intricata</i> (C. Wright) Borhidi	A*		CR	X	X
Byttneriaceae					
<i>Melochia tomentosa</i> L.	A		LC	X	X
<i>Waltheria indica</i> L.	A		LC	X	
Cactaceae					
<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	A		LC	X	X
Celastraceae					
<i>Maytenus buxifolia</i> (A. Rich.) Griseb. subsp. <i>buxifolia</i>	A		NE	X	X
Chrysobalanaceae					
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	A		NE	X	
Commelinaceae					
<i>Commelina erecta</i> L.	A		NE	X	X
Convolvulaceae					
<i>Ipomoea flavopurpurea</i> Urb.	A		CR	X	X
<i>Ipomoea microdactyla</i> Griseb.	A		NE	X	X
<i>Merremia cissoides</i> (Lam.) Hallier f.	A	I	NE	X	X
Dilleniaceae					
<i>Curatella americana</i> L.	A		NE	X	X
Fabaceae					
<i>Abrus precatorius</i> L.	E	I		X	X
<i>Aeschynomene viscidula</i> Michx.	A		LC	X	X
<i>Brya ebenus</i> (L.) DC.	A*		NE	X	X
<i>Caesalpinia pauciflora</i> (Griseb.) C. Wright	A		LC	X	X
<i>Caesalpinia pinnata</i> subsp. <i>oblongifolia</i> (Urb.) A. Barreto & Beyra	A*		NT	X	X
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	A		NE	X	X
<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene	A		LC	X	X
<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H.S. Irwin & Barneby	A		LC	X	X
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	E	I'		X	X
<i>Galactia combsii</i> Urb.	A*		NE	X	X
<i>Rhynchosia reticulata</i> (Sw.) DC.	A		NE	X	X
<i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw.	A		LC	X	X
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	E	I'		X	X
<i>Zornia gemella</i> Vogel	A		NE	X	
Lamiaceae					

<i>Condea rivularis</i> (Britton) Harley & J.F.B. Pastore	A*		CR		X
<i>Vitex divaricata</i> Sw.	A		NE	X	
Lauraceae					
<i>Cassytha filiformis</i> L.	E	I'		X	X
Malpighiaceae					
<i>Malpighia cubensis</i> Kunth	A		LC	X	X
<i>Mascagnia lucida</i> (Kunth) W. R. Anderson & C. Davis subsp. <i>lucida</i>	A		NE	X	X
<i>Stigmaphyllon sagranum</i> A. Juss.	A		LC	X	X
Malvaceae					
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	A		NE	X	
<i>Sida ulmifolia</i> Mill.	E	I'		X	X
Meliaceae					
<i>Trichilia hirta</i> L.	A		LC		X
Myrtaceae					
<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd.	A		LC		X
<i>Eugenia tuberculata</i> (Kunth) DC.	A*		NE	X	X
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg.) Nied.	A		NE	X	X
Oleaceae					
<i>Jasminum fluminense</i> Vell.	E	I'		X	X
Passifloraceae					
<i>Passiflora ciliata</i> Dryand.	A		LC	X	X
Poaceae					
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	E				X
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	E				X
<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P. Beauv. ex Roem. & Schult.	E	I'		X	X
<i>Paspalum notatum</i> Flüggé	A		NE	X	X
<i>Paspalum virgatum</i> L.	A		NE		X
Portulacaceae					
<i>Portulaca pilosa</i> L.	A		NE	X	X
Rubiaceae					
<i>Guettarda calyptrata</i> A. Rich.	A*		LC	X	X
<i>Guettarda rigida</i> A. Rich.	A*		LC		X
<i>Machaonia subinermis</i> subsp. <i>armata</i> Borhidi & M. Fernández	A*		LC		X
Rutaceae					
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	A		NE		X
Samydaceae					
<i>Casearia sylvestris</i> subsp. <i>myricoides</i> (Griseb.) J.E. Gut.	A*		VU		X
Sapindaceae					
<i>Serjania diversifolia</i> (Jacq.) Radlk.	A		NE	X	X
Sapotaceae					
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L. subsp. <i>oliviforme</i>	A		LC	X	X
Smilacaceae					
<i>Smilax havanensis</i> Jacq.	A		LC	X	X
Sparmanniaceae					
<i>Triumfetta bogotensis</i> DC.	E	I		X	X
Theophrastaceae					
<i>Jacquinia aculeata</i> (L.) Mez	A		NE	X	X
Tropaeolaceae					
<i>Piriqueta viscosa</i> Griseb.	A		NE	X	X

Turneraceae*Turnera pumilea* L.

A

NE

X

X

4.4. Estado de conservación

A partir de los resultados obtenidos acerca de la distribución puntual y las características estructurales de la población de *Psidium claraense*, se revisó la hoja del taxón (Tabla V). Se ratificó la categoría de En Peligro Crítico (CR) para la especie, sobre la base de los criterios: A3ce;B1ab(ii,iii,v)+2ab(ii,iii,v);C1+2a(ii).

Tabla V. Datos actualizados para la Hoja del Taxón (*Psidium claraense*).

TAXONOMÍA	
<i>Psidium claraense</i> Urb. Myrtaceae (Magnoliopsida)	
HÁBITO	
Arbolito o arbusto.	
DISTRIBUCIÓN	
Endémico. SS: Trinidad (Casilda).	
Extensión de presencia:	< 100 km ² .
HÁBITAT	
Sabana seminatural y matorral seminatural, sobre arenas cuarcíticas.	
Área de ocupación:	< 10 km ² .
Cambio en el área:	disminuyó.
Causa del cambio:	minería, ganadería, incendio e invasiones.
Cambio en la calidad:	disminuyó.
Causa del cambio:	minería, ganadería, incendio y plantas invasoras.
POBLACIÓN	
Una, fragmentada. Con muy baja tasa de regeneración natural, evidenciado en el desequilibrio de su estructura poblacional y la escasez de individuos de las primeras clases de altura.	
Tendencia:	El número de individuos ha venido disminuyendo. Se predice una reducción mayor a 80 % en los próximos 10 años.
AMENAZAS	
Actividad agrícola, actividad forestal (forestación), ganadería, incendios, minería, plantas invasoras.	
COMERCIO	
El taxón no está sometido a tráfico.	
CONSERVACIÓN	
<i>In situ</i> :	La localidad de distribución conocida se encuentra en una zona propuesta como área protegida. No obstante a que dicha protección oficial nunca se ha hecho efectiva, por lo que no existen programas de gestión. En este momento existe una posibilidad real de que finalmente pueda englobarse parte del ecosistema amenazado de arenas cuarcíticas en un área protegida. Además en el marco del proyecto AMA-CITMA P211LH005-032 "Acciones integrales para contribuir a la conservación de la biodiversidad en el ecosistema amenazado de arenas blancas de Casilda, Sancti Spiritus" se está ejecutando actividades de promoción de microviveros en función del reforzamiento poblacional.
<i>Ex situ</i> :	Existen ejemplares en el Jardín Botánico de Sancti Spiritus. Se proyecta la creación de un área temática de arenas cuarcíticas en esa institución, donde <i>P. claraense</i> deberá estar profusamente

representado.
RECOMENDACIONES
Manejo de la población (propagación, reforzamiento y reintroducción), educación ambiental, monitoreo, cultivo <i>ex situ</i> y estudio de historia natural.
CALIDAD DE LOS DATOS
Estudios de campo y registros de herbario.
COMENTARIOS
La población conocida de <i>P. claraense</i> estaba compuesta hasta hace pocos años por dos núcleos poblacionales ubicados en las cercanías, al este y oeste, del poblado de Casilda. Entre 2009 y 2010 la zona al este de Casilda fue manejada por la Empresa Forestal Integral para su forestación con <i>Casuarina equisetifolia</i> . Este procedimiento eliminó ese núcleo poblacional, que de hecho era muy pequeño, estaba constituido por individuos aislados de la especie, con pocas probabilidades inmediatas de regeneración por las condiciones estresantes que impone en el sustrato la litera de hojarasca de <i>C. equisetifolia</i> y sus propiedades alelopáticas.
COMPILADORES
Julio Pavel García Lahera y Darianni Antunes Alfonso
REFERENCIAS Y NOTAS
<ul style="list-style-type: none"> - García-Lahera, J. P. y Orozco, A. (2013) Estado de conservación de plantas endémicas del área de arenas cuarcíticas de Casilda, Trinidad, Sancti Spíritus (Cuba). <i>Bissea</i> 7(2): 1. - Orozco, A. y García-Lahera, J. P. (2014) Flora y vegetación del área de arenas cuarcíticas de Casilda, Sancti Spíritus, Cuba. <i>Brenesia</i>. 81-82: 8-28. - García-Lahera, J.P. & Orozco, A. (2015) Estado de conservación de la flora y la vegetación en los ecosistemas arenoso cuarcíticos de Casilda, Sancti Spíritus, Cuba. <i>Revista del Jardín Botánico Nacional</i>. 36: 93-102. - García-Lahera, J. P. (2017). Acciones integrales para la conservación de la flora presente en los ecosistemas costeros con sustratos arenoso cuarcíticos de Casilda, Trinidad, Sancti Spíritus. Memorias del Evento "X Congreso de Áreas Protegidas". La Habana, Cuba, julio/ 2017. - Antunes, D. (2018) Características poblacionales y estado de conservación de <i>Psidium claraense</i> (Myrtaceae), endemismo del área de arenas cuarcíticas de Casilda, Sancti Spíritus. Tesis de Diploma. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas.

5. Discusión

5.1. Distribución puntual

La idea inicial que se tenía acerca de una amplia distribución de *Psidium claraense*, en al menos el matorral seminatural sobre arenas cuarcíticas al oeste del poblado de Casilda, fue refutada por los resultados obtenidos: existen solo dos grupos de individuos, con una extensión de presencia de 0,65 km². Este hecho tiene su razón probable en la disminución de la calidad o destrucción del hábitat y la consecuente fragmentación, que provoca el alto grado de agrupamiento de los individuos y el bajo grado de ocupación del paisaje considerado como óptimo para su presencia.

5.2. Estructura poblacional

La baja frecuencia de individuos en las primeras clases de altura, tanto en el análisis general (Fig. 4) como en función de las formaciones vegetales (Fig. 5) podría ser evidencia de un reclutamiento episódico o nulo de juveniles, o sea podría ser reflejo de la escasa regeneración natural de la especie, lo cual (según Primack *et al.*, 2001) es un indicador de poblaciones en desequilibrio por contracción o declive. También Lamprecht (1990) y Oostermeijer *et al.* (1994) coinciden en que este tipo de estructura es característica de especies que presentan problemas de regeneración en su área nativa.

Zagt y Werger (1997) plantean que este tipo de distribución de las frecuencias constituye un reflejo de perturbaciones pasadas actuantes sobre la población, vinculadas con altas tasas de mortalidad sucedidas en el pasado. En el caso de este trabajo, la razón de la estructura actual de la población de *P. claraense* debe estar relacionada con la incidencia constante de perturbaciones antrópicas a que está sometido el hábitat de la especie, por ejemplo el uso ganadero que tiene ese territorio, que implica labores de limpieza de malezas como la chapea o la aplicación de herbicidas. Por su contundencia, podría aseverarse que esta causa se superpone a otras situaciones negativas, de índole natural, que pueda estar enfrentando la especie en su biología de la reproducción –cuyo estudio apremia en el futuro inmediato–, o incluso las altas exigencias ambientales para la germinación o establecimiento de las posturas en ecosistemas de arenas cuarcíticas. Por su parte la predominancia de tamaños intermedios indica además una población entre joven y adulta, con abundancia de

individuos reproductores, que podrían mantener e incluso expandir la población en el caso de que cesaran los factores limitantes del reclutamiento.

La población de *P. claraense* en el área de estudio mostró un patrón de arreglo espacial agregado. A criterio de Begon *et al.* (2006) las poblaciones vegetales en general tienden a distribuirse de esa forma, lo cual se corrobora en varios estudios cubanos revisados como Gordillo (2015), Granado (2015), García-Beltrán *et al.* (2016b), Granado *et al.* (2016), Rodríguez-Cala *et al.* (2017), Toledo-González *et al.* (2017), entre otros. Dicho patrón pudiera ser atribuido, en este caso, sobre todo a la competencia y a las perturbaciones que limitan espacio apto para el establecimiento. Este esquema de espaciamiento aumenta la vulnerabilidad de la especie ante amenazas como los incendios, que se suceden en la zona como eventos naturales estocásticos y también como actividades de manejo de áreas dedicadas a la ganadería (García-Lahera y Orozco, 2015).

La correlación existente entre altura de la planta y diámetro mayor de los tallos basales concuerda con la generalidad de las plantas leñosas, en la que el diámetro de sus estructuras vegetativas incrementa en la base a medida que aumenta el tamaño de la planta, en función de garantizar la estabilidad de su estructura, Granado *et al.* (2016) obtuvieron un resultado semejante. Una explicación parecida tiene la correlación encontrada entre el volumen aéreo de las plantas con respecto al diámetro mayor de los tallos basales. La correlación entre el diámetro mayor de las plantas y su perpendicular era de esperar. Sobre la base de estos resultados se puede aseverar que el diámetro mayor de los tallos basales podría ser usado como métrica para la estructuración de la población en esta especie.

Respecto al análisis poblacional en función de las formaciones vegetales (Fig. 5), la diferencia en la cuantía de individuos y la densidad de la población de *P. claraense* en la sabana y en el matorral seminaturales, probablemente esté determinada por la intensidad de las perturbaciones antrópicas en uno y otro tipo de vegetación. La sabana seminatural con palmas bajas y arbustos dispersos, –donde se manifiesta la menor cantidad de individuos de la especie en cuestión y por ende la menor densidad– es muy posiblemente un estadio degradativo superior del matorral xeromorfo costero natural sobre arena cuarcítica que debió existir extensamente en buena parte del área con sustratos arenoso cuarcíticos (Orozco y García-Lahera, 2014), que ha recibido y recibe mayores impactos antropogénicos. No obstante a que también esta vegetación se establece en zonas bajas, donde incluso existen

inundaciones estacionales, efímeras pero más o menos extensas, lo cual pudiera ser una limitante a un arbusto o arbolito como *P. claraense*, en comparación con algunas especies herbáceas o sufrútices con mejores adaptaciones para estos fines. Por otro lado las condiciones de intensidad lumínica, temperatura y disponibilidad de agua podrían ser más agrestes para el reclutamiento poblacional en las zonas más abiertas, despobladas de vegetación arbustiva o arbórea, característico en las sabanas.

Por su parte la inexistencia de diferencias significativas en la mayoría de los resultados de las comparaciones en las variables morfométricas medidas entre las formaciones vegetales (Fig. 6), está aludiendo probablemente a la inexistencia de diferencias significativas en cuanto a la composición y naturaleza en general del sustrato, lo cual podría tomarse como un refuerzo de la idea, esbozada anteriormente, de que las diferencias del establecimiento más o menos exitoso de *P. claraense* en una u otra formación vegetal tiene su basamento en la intensidad del disturbio antropogénico y sus consecuencias. La diferencia significativa en el diámetro mayor de las plantas entre las formaciones vegetales pudo haberse debido al azar, pues a este resultado no le acompaña ningún otro, ni siquiera las variables estrechamente vinculadas como el diámetro perpendicular y el volumen; no obstante, el follaje de la especie podría crecer con menos limitantes en la sabana que en el matorral, luego de su establecimiento, dado que en el matorral hay arbustos de otras especies que crecen a los lados de *P. claraense*, y en la sabana mayormente se encuentran hierbas, con arbustos y palmas dispersos.

5.3. Flora acompañante

Las 74 especies registradas representan el 24,1 % de la riqueza florística identificada por García-Lahera y Orozco (2015) para el repositorio de arenas cuarcíticas de Trinidad. El hábitat de *P. claraense* se corresponde con dos formaciones vegetales: la sabana seminatural y el matorral seminatural, que están compuestas por 150 y 140 especies respectivamente (Orozco y García-Lahera, 2014), de las cuales el 43,3 % en el caso del primero y 45 % en el segundo tipo de vegetación, coexisten con *P. claraense*, de manera que es importante la cantidad de especies del entramado comunitario vegetal que puede interactuar con la especie amenazada en cuestión, pese a su patrón agregado de distribución y lo reducido de su expansión en la zona. Estas consideraciones deberían ponerse a prueba mediante estudios futuros de interacciones comunitarias o redes ecológicas.

Entre las especies endémicas y amenazadas que conforman el entorno cercano de *P. claraense* se destacan: *Condea rivularis* (Lamiaceae) y *Varronia intricata* (Boraginaceae) que son consideradas endémicas locales igualmente. Esta última especie se encuentra en ambas formaciones vegetales estudiadas, por su parte *C. rivularis* solo está presente en el matorral seminatural.

Específicamente *Condea rivularis*, conjuntamente con el propio *Psidium claraense*, está entre las plantas más amenazadas de la provincia de Sancti Spíritus según lo compilado por García-Lahera (2017b). El extremo peligro de desaparición de la especie se agudiza por la confluencia allí de actividades antrópicas destructivas de su hábitat como la minería y degradantes como el pastoreo de ganado vacuno, chapeas, aplicaciones de herbicidas e incendios sistemáticos, algunas de las cuales fueron observadas directamente durante la realización del presente trabajo, lo que ha sido referido varias veces (e.g. García-Lahera & Orozco, 2013; García-Lahera, 2015b; García-Lahera y Orozco, 2015). La evidente necesidad de protección de parte de este hábitat ha sido reseñada en la mayoría de los trabajos publicados sobre flora y vegetación de esta zona. Incluso se ha propuesto para *C. rivularis* y *P. claraense* la posibilidad futura de ser introducidas en un área protegida que se proyecta, en una zona relativamente cercana, con similares características edáficas (véase: García-Lahera *et al.*, 2017).

La presencia numerosa de especies invasoras en la zona de estudio es un efecto de la actividad humana en general, lo cual se suma como una amenaza más para las especies con peligro de extinción. Un ejemplo ilustrativo de la continuidad de esta amenaza es la presencia, tanto en la sabana como en el matorral, de la especie *Cryptostegia grandiflora*, apocinácea arbustiva trepadora, considerada como una invasora transformadora, de las más nocivas en los ecosistemas naturales del país (según Oviedo y González-Oliva, 2015), que no había sido registrada para esas formaciones vegetales en el trabajo de Orozco y García-Lahera (2014).

5.4. Estado de conservación

Al revisarse los resultados de esta investigación se aprecia que los argumentos, expuestos en la hoja del taxón compilada por García-Lahera (2015a), que sustentan la categorización de *Psidium claraense* como En Peligro Crítico, sobre la base de los criterios A (Reducción

del tamaño poblacional) y B (Distribución geográfica representada como extensión de presencia y área de ocupación) se mantienen.

Psidium claraense es conocida solo de una localidad. Es un taxón endémico local con una extensión de presencia menor de 100 km² y un área de ocupación menor de 10 km². La localidad de distribución conocida no se encuentra dentro de áreas protegidas con administración, además no existen planes de recuperación ni gestión (García-Lahera, 2015a). Su única población está restringida a la zona oeste del repositorio arenoso cuarcítico de Casilda, que es la parte más afectada por la actividad humana, mayormente minería, actividad ganadera, fuego intencionado y la proliferación de plantas invasoras (García-Lahera y Orozco, 2013; 2015; Orozco y García-Lahera, 2014).

No obstante, teniendo en cuenta el conteo de individuos en el considerable número de unidades muestrales realizadas para este trabajo, y su distribución en toda la zona conocida hasta el momento como reservorio único de la especie, se sugiere la inclusión de los criterios C1 y C2 (relacionados con el tamaño de la población estimada en menos de 250 individuos y su disminución continua estimada), incluyendo el clasificador ii bajo subcriterio C2a (relacionado con que por lo menos el 90 % de los individuos maduros están en una subpoblación).

De esta manera se sugiere que la nomenclatura de criterios para la recategorización de la especie en el futuro, por parte del Grupo de Especialistas en Plantas Cubanas, quede de la siguiente forma: A3ce;B1ab(ii,iii,v)+2ab(ii,iii,v);C1+2a(ii).

6. Conclusiones

1. La población de *Psidium claraense* se desarrolla exclusivamente en dos grupos de individuos al oeste del poblado de Casilda, Sancti Spiritus, con una extensión de presencia de 0,65 km².
2. La población de *Psidium claraense* muestra un patrón de arreglo espacial agregado. Su estructura se encuentra en un estado de desequilibrio, debido a la escasa regeneración natural de la especie, lo cual debe estar relacionado con la incidencia constante de perturbaciones antrópicas a que está sometido su hábitat. Estas características se manifiestan de forma semejante tanto en la sabana seminatural como en el matorral seminatural.
3. Una alta proporción del total de especies componentes de la sabana y el matorral seminaturales coexisten con *Psidium claraense*.
4. Los resultados de distribución y estructura sustentan el mantenimiento de la categorización de *Psidium claraense* como En Peligro Crítico. Se sugiere la inclusión de los criterios relacionados con el tamaño de la población.

7. Recomendaciones

- Realizar otros estudios necesarios para satisfacer las necesidades de conocimiento que se tienen de *Psidium claraense*, en función de contribuir más certeramente, sobre bases científicas, a su conservación efectiva. Entre esos estudios sobresalen por su importancia los referidos a la biología de su reproducción y el seguimiento fenológico, así como la caracterización de las interacciones de la especie con su flora acompañante mediante estudios de interacciones comunitarias o redes ecológicas.
- Elaborar y ejecutar, en conjunto con el grupo técnico del Jardín Botánico de Sancti Spíritus, un sistema de acciones perentorias con la finalidad del reforzamiento poblacional de la especie, la concienciación pública sobre su vulnerabilidad y la creación de una colección conservación *ex situ*.

Referencias bibliográficas

- Alain, H. (1953) Flora de Cuba III. Dicotiledóneas: *Malpighiaceae* a *Myrtaceae*. *Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle"* .13: 1-502.
- Alain, H. (1957) Flora de Cuba IV. Dicotiledóneas: *Melastomataceae* a *Plantaginaceae*. *Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle"*. 16: 1-556.
- Alain, H. (1964) *Flora de Cuba 5. Rubiales-Valerianales-Cucurbitales-Campanulales-Asterales*. La Habana: Asociación de Estudiantes de Ciencias Biológicas, 362 pp.
- Alain, H. (1974) *Flora de Cuba. Suplemento*. La Habana: Instituto Cubano del Libro, 150 pp.
- Amos, W. y Balmford, A. (2001) When does conservation genetics matter? *Heredity*. 87: 257-265.
- Arita, H. T., Robinson, J. G. y Redford, K. H. (1990) Rarity in neotropical forest mammals and its ecological correlates. *Conservation Biology*. 4(2): 181-192.
- Barboza, D. M., Mendes, M. C. y Pedrosa-Macedo, J. H. (2009) Plant population structure and insect herbivory on *Solanum mauritianum* Scopoli (*Solanaceae*) in Southern Brazil: a support to biological control. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 52(2): 413-420.
- Begon, M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. (2006) *Ecology: individuals, populations, and communities*. 4ta Ed. Malden: Blackwell Publishing, 738 pp.
- Berazaín, R., Areces, F., Lazcano, J. C. y González-Torres, L. R. (2005) Lista roja de la flora vascular cubana. *Documentos del Jardín Botánico Atlántico*. 4: 1-86.
- Borhidi, A. (1996) *Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba*. 2da Ed. Budapest: Akadémiai Kiadó, 923 pp.
- Borhidi, A. y Muñiz, O. (1986) The Phytogeographic survey of Cuba II, floristic relationships and phytogeographic subdivision. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 32 (1-4): 3-48.
- Brigham, C. A. y Thomson, D. M. (2003) Approaches to modeling population viability in plants: an overview. En: Brigham, C. A. y Schwartz, M. W. (Eds.). *Population viability in plants*. pp. 145-171. New York: Springer-Verlag.
- Caughley, G. y Gunn, A. (1996) *Conservation Biology in theory and practice*. Boston: Blackwell Scientific Publications, 459 pp.

- Cejas, F. y Herrera, P. P. (1995) El endemismo vegetal en las sabanas de arenas blancas (Cuba occidental). *Fontqueria*. 42: 229-242.
- CITMA (2016) *Cuba. Metas nacionales para la diversidad biológica 2016-2020*. La Habana: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Proyecto PNUD/GEF "Plan Nacional de Diversidad Biológica para apoyar la implementación del Plan Estratégico del CDB 2011 - 2020 en la República de Cuba". 31 pp.
- Cowling, R. M. (2001) Endemism. En: Levin, S. A. (Ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 2. pp. 497-507. Londres: Academic Press.
- Díaz, I. D. (2017) *Dinámica de una población de Melocactus gutartii (Cactaceae) y su aplicabilidad para la conservación de la especie*. Tesis de Diploma. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas.
- Dobson, A. P. y Rodríguez, J. P. (2001) Discipline of Conservation Biology. En: Levin, S. A. (Ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 1. pp. 855-864. Londres: Academic Press.
- Elzinga, C. L., Salzer, D. W. y Willoughby, J. W. (1998) *Measuring and monitoring plant populations*. Denver: U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, 477 pp.
- Fernández-Palacios, J. M. (2004) Introducción a las islas. En: Fernández-Palacios, J.M. y Morici, C. (Eds.). *Ecología Insular / Island Ecology*. pp. 21-55. Santa Cruz de La Palma: Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET)-Cabildo Insular de La Palma.
- Galindo-Leal, C. (2003) *Diseño y análisis de proyectos para el manejo y monitoreo de la diversidad biológica*. Stanford: Centro para la Biología de la Conservación. Universidad de Stanford, 176 pp.
- García, M. B. (2002) Inventario y seguimiento en poblaciones de especies amenazadas. En: Bañares, A. (Eds.). *Biología de la conservación de plantas amenazadas*. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- García-Beltrán, J. A., Palmarola, A., González-Torres, L. R., Testé, E. (2016a) 20 preguntas y respuestas sobre la Lista Roja de la flora de Cuba. *Bissea*. 10: 27-29.
- García-Beltrán, J. A., Fiallo, J. L., Esquivel, N, Meirama, K., Rodríguez, I., Falcón, B., Pérez, V. y González-Torres, L. R. (2016b) Efecto del fuego sobre la estructura poblacional de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* (Hypericaceae) en la Reserva Ecológica Los Pretils, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 37: 19-27.

- García-González, A. y Riverón-Giró, F. B. (2014) Organización espacial y estructura de una población de *Ionopsis utricularioides* (Orchidaceae) en un área suburbana de Pinar del Rio, Cuba. *Lankesteriana*. 13(3): 419- 427.
- García-González A., Riverón-Giró, F. B., González-Ramírez, I. S., Hernández, Y., Escalona, R.Y. y Palacio, E. (2016a) Ecología y estructura poblacional del endemismo cubano *Tetramicra malpighiarum* (Orchidaceae), en el Parque Nacional Desembarco del Granma, Cuba. *Lankesteriana*. 16(1): 1-11.
- García-González A., Riverón-Giró, F.B., González-Ramírez, I. S., Escalona, R. Y., Hernández, Y. y Palacio, E. (2016b). Características poblacionales y ecología del endemismo cubano *Melocactus nagyí* (Cactaceae), en la Reserva Florística Manejada El Macío, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*. 5(1): 33-42.
- García-Lahera, J. P. (2015a) *Psidium claraense*. *Bissea*. 9 (número especial 4): 514.
- García-Lahera, J. P. (2015b) *Hyptis rivularis*. *Bissea*. 9 (número especial 4): 384.
- García-Lahera, J. P. (2016) Conservación de las arenas cuarcíticas de Casilda, Trinidad. *Bissea*. 10 (número especial 1): 184.
- García-Lahera, J. P. (2017a) Acciones integrales para la conservación de la flora presente en los ecosistemas costeros con sustratos arenoso cuarcíticos de Casilda, Trinidad, Sancti Spíritus. Memorias del Evento "X Congreso de Áreas Protegidas". La Habana, Cuba, julio/ 2017.
- García-Lahera, J. P. (2017b) Flora vascular amenazada o casi amenazada de la provincia de Sancti Spíritus, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 216(1): 3-16.
- García-Lahera, J. P., Ceballo, O., Pulido, J., Mederos, E. L. y Sañudo, R. (2017) Flora y vegetación de la propuesta de área protegida "Delta del Agabama-Casilda", Trinidad, Sancti Spíritus, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 216(3): 143-166.
- García-Lahera, J. P. y Orozco, A. (2013) Estado de conservación de plantas endémicas del área de arenas cuarcíticas de Casilda, Trinidad, Sancti Spíritus (Cuba). *Bissea*. 7(2): 1.
- García-Lahera, J. P. y Orozco, A. (2015) Estado de conservación de la flora y la vegetación en los ecosistemas arenoso cuarcíticos de Casilda, Sancti Spíritus, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 36: 93-102.
- Gillespie, R. G., Howarth, F. G. y Roderick, G. K. (2001) Adaptative radiation. En: Levin, S. A. (Ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 1. pp. 25-44. Londres: Academic Press.

- Gómez, J. L., López, D., Sánchez, J. A., Pernús, M. (2018) Hábitat y estructura poblacional del árbol amenazado *Vachellia belairioides* (Fabaceae): implicaciones para su conservación. *Acta Botánica Cubana*. 217(1): 75-84.
- González, E., Raventós, J., Mújica, E. y Bonet, A. (2007) Estructura y ecología de la población del endemismo cubano *Broughtonia cubensis* (Orchidaceae), en Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes, provincia de Pinar del Río, Cuba. *Lankesteriana*. 7(3): 469-478.
- González-Oliva, L. (2010) Ecología poblacional y rasgos de historia de vida de la especie endémica *Amaranthus minimus* (Amaranthaceae): implicaciones para su conservación. Tesis de Doctorado. La Habana: Universidad de La Habana.
- González-Torres, L. R., Palmarola, A., González-Oliva, L., Bécquer, E. R., Testé, E. y Barrios, D. (Eds.) (2016) Lista Roja de la flora de Cuba. *Bissea*. 10 (número especial 1): 1-352.
- Gordillo, M. (2015) *Estructura poblacional, fenología y flora acompañante de Magnolia cubensis (Magnoliaceae) en Gran Piedra, Cuba: implicaciones para su conservación*. Tesis de Diploma. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.
- Granado, L. (2015) *Estructura poblacional, distribución geográfica y conservación de Magnolia cubensis subsp. Acunae (Magnoliaceae)*. Tesis de Diploma. La Habana: Universidad de La Habana.
- Granado, L., Núñez, R., Martínez, D., Delfín, S., Falcón, B., Pérez, V., y González-Torres, L. R. (2016) Estructura poblacional de *Tabebuia lepidophylla* (Bignoniaceae) en el bosque de pinos sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles, Pinar del Río, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 37: 29-37.
- Greuter, W. y Rankin, R. (2017) *Plantas vasculares de Cuba, Inventario preliminar*. Berlín: Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, 444 pp.
- Jiménez-Sierra, C. L., Torres-Orozco, R. E. y Corcuera, P. (2009) ¿Podemos diagnosticar el riesgo de extinción de las poblaciones de animales y plantas silvestres? *ContactoS*. 74: 50-55.
- Krebs, C. J. (1999) *Ecological Methodology*. 2da Ed. San Francisco: Benjamin-Cummings, 654 pp.
- Krebs, C. J. (2008) *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. 6ta Ed. San Francisco: Benjamin-Cummings.

- Lamprecht, H. (1990) *Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas: posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Berlin: Ed. Cooperación Técnica, 335 pp.
- Lande, R. (1999) Extinction risks from anthropogenic, ecological and genetic factors. En: Landweber, L. F. y Dobson, A. P. (Eds.). *Genetics and the extinction of species*. pp. 1-22. Princeton: Princeton University Press.
- León, H. (1946) Flora de Cuba I. Gimnospermas. Monocotiledóneas. *Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle"*. 8: 1-441.
- León, H y Alain, H. (1951) Flora de Cuba II. Dicotiledóneas. Casuarináceas a Meliáceas. *Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle"*. 10: 1-456.
- Martínez, E., Reyes, O. J., Viña, N. y Viña, L. (2005) Características ecológicas y poblacionales de *Melocactus nagyii* Mézáros (Cactaceae) en Cuba. *Foresta Veracruzana*. 7: 25-30.
- Molina-Pelegrín, Y., Santos-Chacón, W., Sosa-López, A., Arcia-Chávez, M., Hechevarría-Kindelán, O. y Rosales-Rodríguez, M. (2014) Estructura poblacional de *Magnolia cubensis* subsp. *cubensis* en la Reserva Ecológica El Gigante. Baracoa. *Revista Ciencia-Técnica*. 34(1): 1-9.
- Mújica, E. (2007) *Ecología de las orquídeas epífitas Broughtonia cubensis (Lindley) Cogniaux, Dendrophylax lindenii (Lindley) Bentham ex Rolfe y Encyclia bocourtii Mújica et Pupulin en el Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes, Cuba. Análisis espacio-temporal e implicaciones del impacto de un fenómeno atmosférico severo*. Tesis de Doctorado. Alicante: Universidad de Alicante.
- Mújica, E. y Raventós, J. B. (2010) Ecología de poblaciones de orquídeas en Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes, Cuba. Análisis espaciotemporal e implicaciones del impacto de un fenómeno atmosférico severo. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 30-31: 51-52.
- Mújica, E., Raventós, J. B., González, E. y Bonet, A. (2013) Long-term hurricane effects on populations of two epiphytic orchid species from Guanahacabibes Peninsula, Cuba. *Lankesteriana*. 13(1-2): 47-55.
- Noss, R. (1990) Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*. 4: 355-364.

- Oostermeijer, J. G. B., Van Eijck, M. W. y Den Nijs, J. C. M. (1994) Offspring fitness in relation to population size and genetic variation in the rare perennial plant species *Gentiana pneumonanthe* (Gentianaceae). *Oecologia*. 97(3): 289-296.
- Orozco, A. (1999) *Flora y vegetación del área de arenas silíceas de Casilda, Trinidad*. Tesis de Maestría en Botánica. La Habana: Universidad de La Habana.
- Orozco, A. y García-Lahera, J. P. (2012) Biodiversidad: conocimiento actual de la flora y la vegetación natural. En: Domínguez, A.Z., Torres, M. y Puerta, Y.G. (Eds.). Experiencias en la protección de la biodiversidad y el desarrollo sostenible en la provincia de Sancti Spíritus. pp. 93-107. La Habana: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Orozco, A. y García-Lahera, J. P. (2014) Flora y vegetación del área de arenas cuarcíticas de Casilda, Sancti Spíritus, Cuba. *Brenesia*. 81-82: 8-28.
- Ortega, F. (1994). La sedimentación en la plataforma insular cubana, en relación con los cambios climáticos pleistocénicos. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*. 23-24: 21-31.
- Oviedo, R. y González-Oliva, L. (2015) Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba – 2015. *Bissea*. 9: 5-91.
- Palmarola, A., González-Torres, L. R., Romanov, M. S. y Cruz, D. (2011) *Magnolia virginiana* in Cuba: distribution, demography and conservation situation. *Magnolia*. 89: 40-44.
- Palmarola, A., Testé, E., Gómez-Hechavarría, J. L. y González-Torres, L. R. (2017) Estructura etaria de dos magnolias cubanas en Alto de Mina Iberia: *Magnolia oblongifolia* y *M. cristalensis*. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 38: 139-142.
- Paulay, G. (1994) Biodiversity on oceanic islands: its origin and extinction. *American Zoologist*. 34: 134-144.
- Pimm, S. L., Jones, I. y Diamond, J. (1988) On the risk of extinction. *American Naturalist*. 132: 757-785.
- Primack, R. B., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. (2001) *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica, 797 pp.
- Rodríguez-Cala, D., Valdez, R., Dulón, A., Osés, M., Pérez, R., Esquivel, Z., Falcón, B., Pérez, V. y González-Oliva, L. (2017) Estado de conservación de *Erigeron bellidiastroides* (Asteraceae) en la nueva localidad Los Pretiles, Pinar del Río, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 38: 43-50.
- Samek, V. (1973) Regiones fitogeográficas de Cuba. *Acad. Cien. Cuba, Serie Forestal*. 15: 1-60.

- Soulé, M. E.; Estes, J. A.; Berger, J., y Martínez, C. (2003) Ecological effectiveness: conservation goals for interactive species. *Conservation Biology*. 17(5): 1238-1250.
- Sutherland, W. J. (2006) *Ecological Census Techniques: a handbook*. New York: Cambridge University Press, 432 pp.
- Sutherland, W. J., Adams, W. M., Aronson, R. B., Aveling, R., Blackburn, T. M., Broad, S., Ceballos, G., Côté, I. M., Cowling, R. M., Da Fonseca, G. A., Dinerstein, E., Ferraro, P. J., Fleishman, E., Gascon, C., Hunter, M. Jr., Hutton, J., Kareiva, P., Kuria, A., Macdonald, D. W., Mackinnon, K., Madgwick, F. J., Mascia, M. B., McNeely, J., Milner-Gulland, E. J., Moon, S., Morley, C. G., Nelson, S., Osborn, D., Pai, M., Parsons, E. C., Peck, L. S., Possingham, H., Prior, S. V., Pullin, A. S., Rands, M. R., Ranganathan, J., Redford, K. H., Rodriguez, J. P., Seymour, F., Sobel, J., Sodhi, N. S., Stott, A., Vance-Borland, K. y Watkinson, A. R. (2009) One hundred questions of importance to the conservation of global biological diversity. *Conservation Biology*. 23: 557-567.
- Terborgh, J. (1974) Preservation of natural diversity: the problem of extinction prone species. *BioScience*. 24: 715-722.
- Testé, E., Pérez, L., Díaz, W., Serrano, R., Fernández, E., Pérez, V., Falcón, B., Palmarola, A. y González-Torres, L. R. (2017) Estructura poblacional de *Encyclia pyriformis* (Orchidaceae) en Los Pretiles, Pinar del Río, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 38: 133-138.
- Toledo-González, S., Lemus-Barrios, H., García-Beltrán, D. y García-Beltrán, J. A. (2017) Estructura poblacional de *Heptanthus ranunculoides* (Asteraceae) en Sierra de Cajalbana, Pinar del Río, Cuba. Memorias del Evento "X Congreso de Áreas Protegidas". La Habana, Cuba, julio/ 2017.
- UICN. (2001) *Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido, 33 pp.
- Urquiola, A. J. (1987) *La vegetación de las Arenas Blancas de Pinar del Río. Propuesta de áreas protegidas*. Tesis de Doctorado. La Habana: Universidad de La Habana.
- Valiente-Banuet, A., Aizen, M. A., Alcántara, J. M., Arroyo, J., Cocucci, A., Galetti, M., García, M. B., García, D., Gómez, J. M., Jordano, P., Medel, R., Navarro, L., Obeso, J. R., Oviedo, R., Ramírez, N., Rey, P. J., Traveset, A., Verdú, M. y Zamora, R. (2015) Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Functional Ecology*. 29: 299–307.

- Vié, J-C., Hilton-Taylor, C., Pollock, C., Ragle, J., Smart, J., Stuart, S. N. y Tong, R. (2008) The IUCN Red List: a key conservation tool. En: Vié, J-C., Hilton-Taylor, C., Stuart, S. N. (eds.). The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species. pp. 1-13. Gland: IUCN.
- Vilamajó, D., Vales, M., Capote, R. P., Salabarría, D., y Menéndez J. M. (2002) *Estrategia nacional para la diversidad biológica y plan de acción en la República de Cuba*. PNUMA, CenBio-IES, AMA, CITMA. La Habana: Editorial Academia, 76 pp.
- Whittaker, R. J. y Fernández-Palacios, J. M. (2007) *Island biogeography. Ecology, evolution and conservation*. Oxford: Oxford University Press, 285 pp.
- Wood, J. R., Alcover, J. A., Blackburn, T. M., Bover, P., Duncan, R. P., Hume, J. P., Louys, J., Meijer, H. J. M., Rando, J. C. y Wilmshurst, J. M. (2017) Island extinctions: processes, patterns, and potential for ecosystem restoration. *Environmental Conservation*. 1: 1-11.
- Zagt, R. J. y Werger, J. A. (1997) Spatial components of dispersal and survival for seeds and seedlings of two codominant tree species in the tropical rain forest of Guyana. *Tropical Ecology*. 38(2): 343-355.
- Zar, J. H. (1999) *Biostatistical analysis*. 4ta Ed. New Jersey: Prentice Hall, 929 pp.