
 <p>UNIVERSIDAD DE MATANZAS</p>	<p>Universidad de Matanzas Sede: "Camilo Cienfuegos" Facultad de Ciencias Agropecuarias</p>	 <p>FCA 1972</p>
--	---	---

Título: Flora y Vegetación de las dunas en un sector de la Península de Hicacos.

Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo

Autora: María Ofelia Quiñones De la Cruz

Tutoras: MSc. Amalia Enríquez Rodríguez.

MSc. Lenia Robledo Ortega.

Matanzas

Julio 2018

Pensamiento.

“En la gran aventura de la vida en la Tierra, cada especie tiene un papel que jugar, cada especie tiene su lugar. Ninguna es inútil o dañina, todas se balancean”

Fidel Castro

19 de julio 2010

NOTA DE ACEPTACION

--

Presidente del Tribunal

--

Tribunal

Tribunal

Tribunal

Evaluación

DECLARACION DE AUTORIDAD

Declaro que yo, María Ofelia Quiñones De la Cruz soy la única autora de este Trabajo de Diploma, por lo que autorizo a la Universidad de Matanzas a hacer uso de la misma, con la finalidad que estime conveniente.

DEDICATORIA:

Esta tesis está íntegramente dedicada a todas aquellas personas que han jugado un importante papel durante el transcurso de estos años de Universidad. Con un inmenso amor y agradecimiento a mis padres y familia, que se esforzaron al igual que yo para que llegara este día tan especial. A mis amigos que también me apoyaron de manera incondicional, al igual que a mis tutoras, que fueron capaces de guiarme con amor y de la mejor manera para lograr un buen resultado.

OPINIÓN DEL TUTOR

AGRADECIMIENTOS:

A mi hermosa madre por apoyarme y darme fuerzas para seguir adelante y luchar incansablemente por mí y para mí. A mis papas Alfredo y Luis Manuel por ayudarme incondicionalmente. A mi abuelita Iria por prepararme el desayuno cada mañana. A mis hermanos Marquis, Ana, Eli, Alfredito. A mi hermanita Lily por ayudarme siempre de manera incondicional sin importar la hora o el lugar y por acompañarme a todas las visitas realizadas al área.

A todos mis compañeros de trabajo. A Antonio, mi actual pareja, por brindarme su apoyo. A Juan Miguel por todo el tiempo que estuvo a mi lado, apoyándome para que me graduara como ingeniera. A todos mis profesores de la facultad que durante toda la carrera me brindaron sus conocimientos y apoyo, en especial a Lenia, Amalia, Yamilé, Mabelkys, Enildo, Agustin y Liriano. A los compañeros del CITMA, que me acogieron como una trabajadora más de su institución, a todos los obreros de ARENTUR, que jugaron un importante papel en la siembra de la zona a reforestar. A mis tutoras por todo el empeño que pusieron para la realización de esta tesis y por la comprensión que me brindaron.

A todos un millón de gracias.

Resumen:

La vegetación litoral se ha destruido parcialmente en casi todas las costas de Cuba. En la actualidad muy pocos tramos mantienen una vegetación bien conservada, por lo que se considera que se está perdiendo el equilibrio de los sistemas dunares y de algunas áreas costeras entre otras causas, por la baja resistencia a la acción del viento como consecuencia de afectaciones en la cobertura vegetal que sustenta. La fijación de la duna por la vegetación, ha demostrado ser el método más efectivo para la estabilidad de las dunas, como consecuencia del efecto de las raíces que forman una red subterránea de raíces y rizomas con capacidad de sobrevivir a la exposición, a la sequía, al agua de mar y fuertes vientos. A partir de la constatación de fuertes afectaciones de las dunas, en las áreas costeras de la Península de Hicacos, en esta investigación se ha profundizado en la flora y vegetación típica de las dunas de esa zona, se han caracterizado especies seleccionadas y se realizaron acciones de restauración de la vegetación dunar con especies seleccionadas en un sector perteneciente al hotel "Kawama" con recomendaciones para su recuperación.

INDICE

I.-Introducción	1
II.- Reseña bibliográfica	4
II.1.- Concepto de duna	4
II.2.- Morfología de las dunas	5
II. 3.- El papel de la vegetación en la construcción de una duna costera	7
II.4.- Características ambientales del sistema playa-duna	8
II.5.- Adaptaciones de las especies de plantas de la vegetación de dunas	8
II.5.1.- Tipos funcionales de las plantas frente al estrés ambiental costero	8
II.6.-Cobertura vegetal típica del sistema de dunas	9
II.6.1.- Importancia ecológica de la cobertura vegetal de la duna	10
II.7.- Especies exóticas	13
II.7.1.- Plantas invasoras en las dunas en Cuba	15
II.8.- Técnicas de restauración de sistemas dunares	16
II.8.1.-Técnicas de ingeniería convencional	17
II.8.2.-Técnicas ecológicas	18
II.8.3.-Revegetación	20
II.8.4.- Elección de las especies	20
II.9.- Cuidados posteriores a la plantación	21
III.-Materiales y Métodos	27
III. 1 Descripción de la cobertura vegetal y la flora de la duna	27
III. 2 Caracterización de las especies colectadas en el área seleccionada modelo	27
III.2.1.- Colecta y herborización	27
III.2.2.- Determinación taxonómica	28
III.3.- Morfología y anatomía de las especies <i>Canavalia maritima</i> e <i>Ipomoea pes – caprae</i>	28
III.4.- Caracterización general de las especies determinadas en el área de estudio	28
III.5.- Selección de área de muestreo de duna propuesta en el Sector “Kawama”, por el Centro de Servicios Ambientales para apoyo a su restauración (CSAM)	28
III.5.1.- Comprobación del estado de la cobertura vegetal dunar en el área propuesta	29
III.5.2.- Acciones para obtener criterios evaluativos del estado recuperativo	29

III.6.-Acciones para el mantenimiento de la duna del sector Kawama	30
III.6.1.- Divulgación del estado de la vegetación y flora dunar	30
III.7 Análisis medio ambiental de la recuperación de la duna.	30
IV.- Resultados	31
IV.1.- Descripción de la cobertura vegetal y la flora de la duna modelo del Hotel “Patriarca”, en Varadero, Península de Hicacos	31
IV.2.- Caracterización de las especies colectadas en el área seleccionada Modelo	31
IV.2.1.- Colecta y herborización	32
IV.2.2.- Determinación taxonómica: y lista florística	32
IV.3.- Morfología y anatomía de las especies <i>Canavalia maritima e Ipomoea pes-caprae</i>	35
IV.4.- Caracterización general de las especies determinadas en el área de estudio	41
IV.5.- Resultados de la selección de área de muestreo de duna propuesta en el Sector “Kawama”, por el Centro de Servicios Ambientales para apoyo a su restauración (CSAM).	41
IV.5.1.- Comprobación del estado de la cobertura vegetal dunar en el área propuesta del sector Kawama	42
IV.5.1.1.- Resultados de las propuestas para la recuperación	42
IV.5.2.- Acciones para obtener criterios evaluativos del estado recuperativo	43
IV.6.- Análisis de la recuperación de la duna del sector Kawama y acciones para su mantenimiento	49
IV.6.1.- Divulgación del estado de la vegetación y flora dunar	50
IV.6.2.-Valoración social y medioambiental	52
Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Bibliografía	55
Anexos	62

I.- Introducción:

La Zona Costera se define en el Artículo 2 de la Ley 81 como: “la franja marítimo- terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera, mediante procesos naturales. En la misma se desarrollan formas exclusivas de ecosistemas frágiles y se manifiestan relaciones particulares económicas, sociales y culturales” (Ley 81. 1997, citada por Cruz, 2008).

Las playas arenosas se definen en el Capítulo 4 del Decreto Ley 212 como: ecosistema de la zona costera, constituido por materiales sueltos de diferente espesor en áreas emergidas y submarinas que manifiesta procesos de erosión y acumulación por alteraciones de origen natural o antrópico, con cambios en la dinámica de su perfil; pertenecen a ella las barras submarinas, las bermas y las dunas y su límite se establece en el borde extremo hacia tierra de la duna más próxima al mar” (Decreto Ley 212, 2000).

Los Factores Naturales son los elementos que determinan cada uno de los procesos que intervienen en la formación del sistema Playa, entre ellos se encuentran: el viento, el oleaje, la cobertura vegetal de la duna, los organismos calcáreos y la gravedad (Cruz, 2008).

Pérez, (2008) destaca la importancia de la cobertura vegetal en las dunas, donde la arena es mantenida en su posición, contra el viento y la erosión del agua, por una variedad de plantas que desarrollan una red subterránea de raíces y rizomas y poseen la capacidad de sobrevivir a la exposición, a la sequía, agua de mar y fuertes vientos. Estas plantas habitan en el borde anterior de las dunas. Detrás de ellas, donde hay un poco más de protección y de materia orgánica en el suelo, crecen una variedad de plantas perennes y anuales, las cuales tienden a ser suculentas y tolerantes a la sal. En sistemas de dunas estables y maduras, existe una tercera zona donde crecen árboles de lento crecimiento y arbustos, debajo de los cuales se acumula una capa de hojarasca.

La vegetación litoral se ha destruido en casi todas las costas de Cuba, en la actualidad muy pocos tramos mantienen una vegetación bien conservada (Samek, 1973).

En el equilibrio de todo sistema dunar interviene, fundamentalmente, un elemento: su resistencia a la acción del viento. Una forma de lograr esta resistencia es estableciendo a lo largo de la duna elementos de forma que sujeten las arenas y dificulten su puesta en movimiento. La fijación de la duna por la vegetación, ha demostrado ser el método más efectivo para la estabilidad de las dunas, tanto la litoral, como las interiores. La vegetación sobre la duna hace que se sujete mejor la arena existente (como consecuencia del efecto de las raíces y de la mejora de la estructura de las arenas por el aporte de materia orgánica) y que se consiga la disminución de la fuerza superficial del viento (Proyecto de Restauración de sistemas dunares, 2008).

Se coincide con Samek (1973), en que los problemas de la vegetación costera son muy profundos y las soluciones a largo o mediano plazo con la preocupación de los interesados en las acciones conservacionistas de flora y vegetación de la provincia de Matanzas, como el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (CISAM) y el Jardín Botánico de Matanzas, han sido importantes para la recuperación gradual de esa flora y vegetación.

A partir de 1990 el desarrollo del turismo en el país y especialmente en la Península de Hicacos requiere de acciones ambientalistas que propicien la sostenibilidad de los ecosistemas costeros y el mantenimiento de la calidad de las playas que rodean los centros de explotación turística.

Teniendo en cuenta estos antecedentes se precisa el problema de esta investigación:

PROBLEMA:

La vegetación y flora dunar de la península de Hicacos se encuentra afectada por el desarrollo de la infraestructura constructiva a lo largo de todo el siglo XX, este efecto antrópico provoca alteraciones en el ecosistema y el deterioro

de la calidad de la playa, afectando su utilización como recurso natural, con efectos negativos sobre la economía del país.

HIPÓTESIS:

El desarrollo de una estrategia conservacionista a partir de la caracterización de las especies vegetales típicas de la duna y el desarrollo de acciones para el mantenimiento de las mismas, como parte de los métodos de recuperación de las dunas en el sector “Kawama” de la Península de Hicacos, podrá contribuir al mantenimiento la calidad de la playa y al equilibrio del sistema.

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el proceso de recuperación con especies típicas de la duna a partir de la caracterización y observaciones de la vegetación en un área seleccionada.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Describir la cobertura vegetal típica de la duna a partir de los estudios efectuados por diferentes investigadores y observaciones en una duna modelo.
- Caracterizar la morfología y la anatomía de especies colectadas en el área seleccionada, acompañando la información con una colección de herbarios, fotos y folleto.
- Comprobar el estado de la cobertura vegetal en área seleccionada del sector Kawama de la Península de Hicacos donde se realiza la restauración dunar.
- Desarrollar acciones para el mantenimiento de las áreas recuperadas por el CSAM a partir del comportamiento de las plantas incorporadas al sector.

II.- Reseña bibliográfica

II.1.- Concepto de duna.

Duna: Se denomina duna a una zona donde se acumula la arena. Una duna eólica es un montículo de arena movediza acumulada por el viento, generalmente a favor de un obstáculo, que en los desiertos y playas forma y empuja el viento. Se trata de una forma de sedimentación eólica. Las dunas aparecen en la naturaleza agrupadas en sistemas o complejos dunares. En las dunas la arena es mantenida en su posición, contra el viento y la erosión del agua, por una variedad de plantas que desarrollan una red subterránea de raíces y rizomas y poseen la capacidad de sobrevivir al efecto de la sequía, agua de mar y fuertes vientos Pérez,(2008).

Según Cruz, (2008) la duna es considerada como el principal almacén de arena en la zona costera de Los Taínos y de todo Varadero. Se identifican y definen tres unidades naturales de análisis: Pendiente Anterior, Cima y Pendiente interior de la duna. (Figura 1).

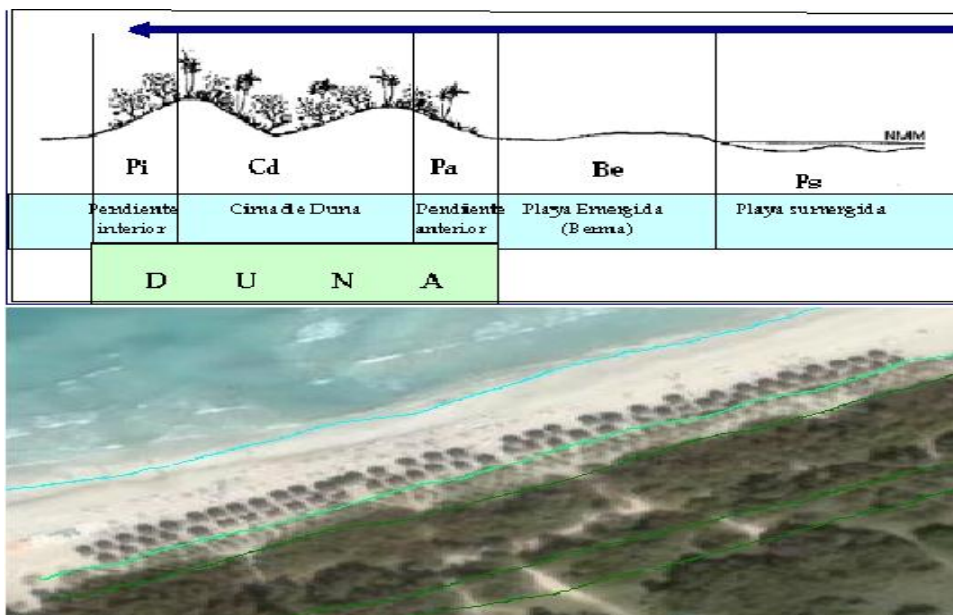


Figura 1.- Perfil que muestra las diferentes unidades estructurales naturales propuestas y su correspondencia con un fragmento de una foto aérea satelital en un frente de playa del sector Los Taínos (Cruz, 2008)..

Pendiente Anterior: Es la parte más dinámica de la duna, constituye un frente de intercambio con la playa emergida, la vegetación típica es herbácea y rastrera.

Las características que la diferencian del resto, según Cruz, (2008), son: intercambio más intenso con la playa emergida, recepción continua de arena de la berma, la gravedad tiene mayor peso en los procesos que en las otras unidades, vegetación no consolidada y menos estable, incidencia directa del mar en su erosión, constante renovación, es la parte más vulnerable e inestable de la duna, se requiere mayor energía para mover la arena y vencer la gravedad, el pisoteo y acarreo de medios destruyen la vegetación y hacen retroceder la arena en sentido contrario al proceso de formación, las proyecciones de sombra artificial inhiben el crecimiento y desarrollo de la vegetación típica.

Cima de la Duna: Parte superior de la duna con la mayor altura absoluta. Sobre esta cima se desarrolla el uveral. Su función ecológica principal está dada por la retención y acumulación de arena, además de constituir la barrera más eficaz al spray marino.

La acumulación de arena, es un proceso muy significativo al inicio, en su clímax, tiene menos importancia si el uveral está bien conservado, ya que la mayor cantidad de arena debe quedar atrapada en la pendiente anterior.

Pendiente interior de la duna: Parte más antigua y estable de la duna, tiene menor grado de intercambio de sedimentos con el resto del sistema. Es la menos afectada por los efectos mecánicos del viento y el spray salino. El suelo con mayor grado de edafización, menos sal y más consolidado, puede soportar una vegetación más exigente de nutrientes orgánicos (Cruz, 2008).

II.2.- Morfología de las dunas

Las dunas se crean por la interacción entre el material granular (arena) y la fuerza de corte ejercida por el aire en la capa límite atmosférica. La morfología de las dunas refleja: 1) las características del sedimento, principalmente el tamaño del grano y 2) las características del viento superficial, tanto en lo que se refiere a la tensión tangencial en la superficie como a la variabilidad direccional del régimen anual. En la mayoría de las dunas costeras, la vegetación, detritos y los obstáculos topográficos son también factores determinantes en la formación de las dunas. A medida que la duna crece bajo la capa límite atmosférica, comienza a modificar el flujo primario. Estas

modificaciones juegan un papel muy importante en la determinación de la morfología de las dunas Chiappy, (1990).

Las geometrías que resultan de la acumulación eólica son muy diversas, con escalas de tamaños variables, muchas de ellas ampliamente referenciadas en ambientes desérticos. En el caso de la franja litoral, las dimensiones de las dunas equivalentes suelen ser comparativamente menores, se generan geometrías específicas por la presencia de vegetación y la humedad ambiental permite la estabilidad de láminas de sotavento con pendientes elevadas (hasta 40°).

Las dunas costeras son un elemento dinámico del paisaje. Las dunas crecen a partir de la arena depositada por el oleaje en las bermas de playa. La arena de estas bermas se seca en los períodos de buen tiempo, pudiendo ser transportada por los vientos procedentes del mar hacia el interior, donde la disminución de la velocidad del viento debido al mayor rozamiento inicia el proceso de acumulación de la arena, proceso que con frecuencia se ve acelerado por la presencia de vegetación o de obstáculos, iniciando la formación del sistema dunar. La interrelación entre la aportación de sedimento arenoso por el mar y la vegetación es lo que define el desarrollo de las dunas costeras. En dichas zonas, donde la precipitación es suficiente para el crecimiento de la vegetación, la morfología de los sistemas dunares tiene una relación directa con la distancia desde la duna al mar, debido a que el ambiente salino y desecante que aportan los vientos marinos y la falta de nutrientes selecciona el tipo y variedad de vegetación que puede crecer en cada una de las zonas. Las dunas costeras aparecen en todo el mundo distribuidas en una amplia variedad de regímenes climáticos. Las dunas costeras se forman en aquellos lugares de la costa donde hay dos requerimientos básicos: 1) disponibilidad de aportes de arenas de playa de tamaño adecuado, y 2) vientos procedentes del mar capaces de transportar las arenas hacia el interior, al menos parte del año. Estos requerimientos, junto con la participación de corrientes y oleaje, hacen que el proceso de formación y mantenimiento de dunas costeras dependa, por tanto, de una fuerte relación de los sistemas playa – duna siguiendo un modelo de proceso-respuesta. Estos dos sistemas evolucionan mutuamente ajustados mediante el intercambio de sedimentos

según Sherman y Bauer (1993). La presencia de vegetación, tiene una influencia muy importante en la morfología dunar. La cobertura vegetal participa en la fijación de las arenas y modifica las características de la superficie en relación al flujo del viento Packham y Willis (1997).

En general, la vegetación puede desarrollarse sobre dunas costeras de todo tipo de climas (sólo en zonas áridas donde la precipitación media anual es menor de 50 mm no se desarrolla vegetación sobre dunas), siendo el principal factor natural limitante los regímenes de viento de gran intensidad, que provocan intensos procesos de erosión y acumulación de arenas (Tsoar, 2001).

II. 3.- El papel de la vegetación en la construcción de una duna costera

Las dunas comienzan a formarse en la zona de playa seca, siguiendo un proceso que incluye las siguientes fases: 1) Se produce la germinación de semillas o se desarrollan fragmentos de plantas, como rizomas o estolones. 2) Los granos de arenas son interceptados por la estructura aérea de la vegetación y comienzan a acumularse formando pequeños montículos que crecen a medida que crece la planta. 3) Cuando la densidad vegetal es alta, los montículos se fusionan y forman una pequeña duna, denominada duna embrionaria.

La colonización y supervivencia de las plantas de la playa, así como el desarrollo de depósitos de arena que puedan dar lugar a la formación de las dunas embrionarias, dependen de numerosos factores; naturales, como existencia de condiciones de viento favorables, aporte de arenas, presencia de especies de plantas adecuadas o adaptadas a las especiales condiciones ambientales de estos ambientes (Maun, 1998; Martínez y Moreno - Casasola, 1996), y antrópicos, como las actividades relacionadas con la limpieza de playas y la circulación de personas a pie, a caballo o en vehículos motorizados.

II.4.- Características ambientales del sistema playa-duna.

Independiente de la zona geográfica o climática donde se desarrollen los sistemas dunares, éstos presentan un conjunto de características ambientales

derivadas de su conexión con el mar. Entre las características ambientales destacadas propias de las dunas costeras están el viento, la acumulación y erosión de arenas, la movilidad del substrato, la presencia de agua, spray y suelos salinos, inundaciones, estrés hídrico, substratos muy permeables de grano grueso con baja capacidad de campo y pobreza en nutrientes (Barbour, 1978. Barbour *et al.* 1985; Rozema *et al.*, 1985; Clark, 1986; Hesp, 1991; Kumler, 1997; Randall, & Scott, 1997). Estas características afectan a la composición y abundancia de la vegetación y a los caracteres de las plantas que la forman, pudiendo estos últimos estar relacionados con diferentes procesos en su ciclo vital: germinación, implantación, crecimiento, desarrollo, dispersión, senescencia, etc. (Moreno Casasola, 1996; Hesp, 1990, 1991; Maun, 1998; García Mora *et al.*, 1999).

II.5.- Adaptaciones de las especies de plantas de la vegetación de dunas.

Las especies de plantas que forman la vegetación de las dunas costeras, están sometidas a un amplio conjunto de condiciones ambientales poco favorables para su establecimiento y desarrollo. El resultado es que la vegetación suele presentar un número limitado de especies y suele estar dominada por unas pocas. Las especies presentes pueden hacer frente a las condiciones especiales restrictivas por el desarrollo de una serie de adaptaciones y de respuestas frente a esas condiciones.

II.5.1.- Tipos funcionales de las plantas frente al estrés ambiental costero.

Trabajos recientes acerca de la ecología de la vegetación de las dunas costeras, han establecido cómo se organiza la vegetación de los sistemas dunares activos. En función de la presencia o ausencia de adaptaciones a las diferentes restricciones que existen en este tipo de medios, las especies se pueden agrupar en tres grupos funcionales que pueden coexistir en un tramo concreto, con una proporción relativa que varía según la dinámica sedimentaria de cada tramo costero (Carter, 1988, 1990, 1991, 1995). El tipo I incrementa su proporción relativa en los tramos más estables, el Tipo II aumenta en las dunas costeras afectadas por la erosión y el Tipo III se asocia a zonas donde dominan los procesos de acumulación eólica según se aprecia en la tabla No 1.

Tabla 1. Tipos de dunas según su dinámica.

TIPO I	TIPO II	TIPO III
Anual • Hojas méxicas • Biomasa subterránea axonomorfa de poco grosor o barbadilla • Altura biomasa aérea hasta 15 cm	Bianual o perenne • Hojas duras/ succulentas/pubescentes • Biomasa subterránea gruesa y ramificada	• Resistencia al enterramiento • Órganos de reserva subterráneos • Altura biomasa aérea > 15 cm • Dispersión marina

La vegetación aparece formando comunidades laxas con patrones de diversidad muy heterogéneos, con una reducida riqueza de especies. Las zonas donde existe un mejor balance sedimentario son menos diversas y la vegetación, mantenida por la perturbación natural en estados iniciales de la sucesión, está dominada por especies de Tipo III, que actúan como especies estructurantes. Además, las especies Tipo III representan un elemento clave para el mantenimiento del equilibrio dinámico de los sistemas dunares costeros y su abundancia relativa determina el grado de vulnerabilidad del mismo según García Mora *et al.* (2001) lo que constituye un buen indicador biológico del estado de los sistemas dunares costeros.

II.6.-Cobertura vegetal típica del sistema de dunas.

Complejo de vegetación de costa arenosa: características generales, localización, especies vegetales que caracterizan esta formación vegetal.

Características del uveral.

Las comunidades de rastreras y herbáceas y el uveral son los elementos vivos más relevantes que contribuyen a la formación y conservación de la playa, compuesta por especies que forman distintas asociaciones vegetales asociadas a la topografía. La zonación topográfica en este tipo de comunidad, suele ser muy compleja por la variedad fitocenológica, predominan especies herbáceas representadas por: *Sesuvium portulacastrum*, *Uniola paniculata*, *Ipomoea pes-*

caprae, *Canavalia maritima*, *Cenchrus tribuloides*, *Chamaesyce buxifolia*, *Philoxerus vermicularis*, *Salicornia perennis*, *Borrichia arborescens*, *Rachicallis americana*, *Laguncularia racemosa* seguidas de especies arbóreas con dominancia de *Coccoloba uvifera* (Samek, 1973).

Capote y Berzaín (1984), definen la formación vegetal que se desarrolla sobre las dunas costeras de Cuba como el complejo de vegetación de costa arenosa, formada por plantas herbáceas y subfruticasas dispersas, entre las que pueden aparecer especies arbóreas, mayormente de mangle o la uva caleta, entre las especies referidas por estos autores se encuentran *Borrichia arborescens*, *Canavalia maritima*, *Ipomea pes-caprae*. Claro (1985), coincide con los criterios de estos autores al caracterizar esta formación vegetal.

En estudios efectuados en cayo Santa María, Villa Clara, Noa *et al* (2001) encontraron poblaciones casi puras de *Tournefortia gnaphalodes* y *Scaevola plumierii* seguidas de especies arbustivas bajas entre las que citan: *Suriana maritima*, *Erythalis fruticosa*, *Casasia clusiaefolia*, *Salmea petrobioides*, *Jacquinia keyensis* y herbáceas como *Ambrosia hispida*, *Flaveria linearis* y *Chamaesyce buxifolia*. El uveral es el límite de este complejo formando grandes manchas de *Coccoloba uvifera*, que se distribuyen paralelas a la costa, en algunos lugares asociadas a *Chrysobalanus icaco*.

II.6.1.- Importancia ecológica de la cobertura vegetal de la duna.

Samek (1973) reconoce que el rol más importante en la retención de arena en la pendiente anterior de la duna, lo juega el complejo *Ipomoea pes-caprae* - *Canavalia maritima*, por su persistencia, cubrimiento y rápida recuperación ante la dinámica de los sedimentos arenosos sin embargo el pisoteo humano puede hacerla desaparecer totalmente. Entre las asociaciones vegetales identificadas por Samek (1973), se encuentran: el complejo *Ipomoea pes-caprae*- *Canavalia maritima*. Su reproducción, dispersión y resistencia a la dinámica del oleaje y la arena, la convierten en la comunidad más persistente de esta parte del litoral que garantiza la acumulación y retención de arena. Se pueden distinguir tres asociaciones muy importantes de este complejo: con predominio de *Paspalum*

distachyon e *Ipomoea pes-caprae*, con predominio de *Paspalum* y *Sesuvium portulacastrum* y con predominio de *Ipomoea pes-caprae* y *Canavalia maritima*, comunidad dominante líder en las playas arenosas.

Estas comunidades pueden ser cubiertas totalmente por arena, su dispersión se logra por estolones que llegan a superar los 30 metros de largo con una cobertura de hasta 77% de la superficie. El grado de cobertura y la densidad con que aparece la formación, son los elementos más importantes en el papel que juegan en la retención de la arena.

Cruz (2010) plantea para la reforestación en las pendientes anteriores de las dunas de la zona costera en el Sector Punta de Hicacos, Varadero, las especies rastreras *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia maritima* y *Paspalum distachyon*, por su persistencia, cubrimiento y rápida recuperación ante la dinámica de los sedimentos arenosos. Es la comunidad dominante, líder en las playas arenosas, las plantas pueden ser cubiertas totalmente por arena. El grado de cobertura y la densidad con que aparece la formación, son los elementos más importantes en el papel que juegan en la retención de la arena. Este complejo, de rastreras y herbáceas, cubre la primera parte de la pendiente de la duna.

En la costa arenosa, de Cuba, fuera del alcance del oleaje periódico, se desarrolla generalmente una faja de uva caleta (*Coccoloba uvifera*). Esta faja cumple dos funciones principales: productora y protectora. *Coccoloba uvifera* funciona como un rompe vientos natural y en su techo ascendente suben las corrientes de aire y protege así la vegetación que queda detrás de ella. Protege también contra las salpicaduras, en la faja de *Coccoloba* se detiene una gran parte de la salpicadura, que causa graves daños en algunos cultivos y a las obras técnicas (vehículos, edificios, etc.). A pesar de dicha importante función, la faja de uva caleta se destruye, con frecuencia irracionalmente, por apreciar más su función productora (Samek, 1972).

El Uveral: formación monodominante de estructura simple con la especie *Coccoloba uvifera* que es su edificador, hacia el mar es un matorral y hacia el

interior un bosque de hasta 20 metros de alto. Está fuera del alcance del oleaje periódico con una función protectora muy importante al ser la más estable de las formaciones del sistema. Es capaz de formar una cuña descendiente hacia el mar, que la hace impenetrable por el viento, retiene el salitre y la arena. Protege la vegetación detrás del uveral. No demanda tratamiento silvicultural y aunque las posturas crecen lentamente, los rebrotes son de rápido crecimiento (Samek, 1973).

En el sector Rincón Francés, Península de Hicacos, Varadero, como parte del complejo de vegetación de costa arenosa Enríquez (2000), refiere la presencia de pequeños fragmentos del uveral, debido a la destrucción antrópica del mismo. Entre las especies observadas se encuentran: *Coccoloba uvifera*, *Caesalpinia crista*, *Metopium toxiferum*, *Eugenia axillaris* y *Bursera simaruba*.

La asociación de uva caleta representa una comunidad cuyo límite hacia el mar forma un matorral bajo, hacia el interior el dosel se vuelve paulatinamente más alto. La faja de uva caleta se eleva abruptamente hasta alcanzar una altura acorde a las condiciones ecológicas (edáficas, aerodinámicas) que se mantiene más o menos en la manigua costera. En el uveral la hojarasca acumulada en el suelo es la fuente de nutrición principal al convertirse en humus. Esta formación vegetal evita la erosión eólica, también propicia la acumulación y retención de ingresos naturales de arena a la cima. Está en armonía con los procesos naturales, e incluye las respuestas a los cambios sinópticos del tiempo que pueden propiciar daños temporales, pero rápidamente recuperables. Las especies identificadas asociadas junto a *Coccoloba uvifera* en la duna de la parcela hotelera del Sandals Royal Hicacos son *Thrinax radiata*, *Bursera simaruba*, *Coccothrinax litoralis*, *Metopium toxiferum*, *Erithalis fruticosa*, *Picrodendrum macrocarpum*, *Eugenia spp*, (Cruz, 2008).

Ellenberg (1966), al plantear los límites del bosque, no analiza el límite marítimo, este fenómeno merece atención porque el bosque litoral es un rompeviento natural que protege de manera efectiva las zonas del interior contra los vientos y

la salpicadura. En los tramos donde ha sido destruida la faja de uva caleta los árboles de la manigua costera no tienen la altura que alcanzan cuando están protegidos. Los matorrales de la zona costera no son solo afectados por la explotación irracional, sino también por la destrucción del uveral.

II.7.- Especies exóticas

El término “especie exótica” se refiere a las especies que no son propias de la flora de una región o zona determinada y que han sido introducidas por acción del hombre. La palabra exótica cuenta con una serie de sinónimos como por ejemplo, alóctona, xenófita, neófita, foránea o no nativa, entre otros. Las introducciones de estas especies pueden producirse por acción humana directa, realizadas de forma consciente y con fines determinados, o indirecta, (de forma involuntaria) mediadas por agentes humanos. Las introducciones de especies exóticas se han producido a lo largo de toda la historia del hombre. Desde principios del siglo XX y en particular en las últimas décadas, las introducciones se han incrementado de forma exponencial.

La presencia de especies exóticas en ecosistemas humanizados, naturales y seminaturales forma parte de un fenómeno global de homogeneización de la biosfera. Además, las especies exóticas, al naturalizarse, pueden alterar las características estructurales y funcionales de los ecosistemas naturales y seminaturales, en ese caso se denominan especies invasoras. Su establecimiento y expansión suele poner en peligro a determinadas especies y procesos de los ecosistemas y a su vez causar numerosos inconvenientes relacionados con la economía y salud humana.

No todas las especies exóticas pueden convertirse en invasoras (5-20%), ni todos los hábitats o ecosistemas son igualmente susceptibles de ser invadidos. El carácter invasor de una especie vendrá dado, principalmente, por la posibilidad de dispersión de propágulos, capacidad competitiva y predación limitada. La invasibilidad de los ecosistemas está relacionada directamente con el tipo, frecuencia e intensidad de las perturbaciones y con características estructurales (diversidad) de las comunidades nativas (Davis *et al.*, 2000; Orians, 1980; Mack and D'Antonio, 1998). Las zonas litorales son las que

soportan un mayor número de especies exóticas estando más expuestas a futuras invasiones. Los ecosistemas dunares costeros son altamente dinámicos, sobre todo hábitats de playa seca y duna activa, con una elevada superficie desprovista de vegetación y sometidos a un amplio conjunto de condiciones ambientales muy restrictivas. Esta situación hace que los ecosistemas dunares sean susceptibles de ser invadidos por especies exóticas de carácter primocolonizador que ocupan los espacios abiertos. Las especies invasoras suelen ser bien de ciclo de vida corto, anuales, formando en pocos años un importante banco de semillas que asegura su permanencia y expansión, o ser especies de más lento crecimiento, herbáceas perennes, que por medio de rizomas y estolones, son capaces de formar bancos de semillas. La elevada presión humana sobre las zonas litorales, resultado del desarrollo turístico de sol y playa de los últimos treinta-cuarenta años, es una de las principales causas de la introducción de especies exóticas en sistemas dunares activos (van der Meulen and Salman, 1996). La construcción de urbanizaciones, infraestructuras de uso público y el elevado flujo de personas, sobre todo en los meses estivales, asegura la continua entrada de propágulos de especies foráneas y la existencia de áreas perturbadas (pisoteo, cambio de estructura del suelo y enriquecimiento en nutrientes), donde estas especies pueden instalarse y expandirse. Consecuencia también de la presión turística, es la proliferación de zonas ajardinadas construidas sobre los sistemas dunares o en áreas cercanas, con objetivos estéticos y/o de protección frente a la erosión marina. Estos jardines suelen estar formados por especies exóticas, algunas de ellas potencialmente invasoras (Gallego Fernández *et al.*, 2006). La presencia de especies exóticas sobre las dunas costeras depende de la intensidad de la presión humana que soportan. En general, el número y abundancia de estas especies introducidas están relacionados con las intervenciones de gestión del sistema dunar realizadas en el pasado y en la actualidad. Los objetivos de las introducciones han estado relacionados con intervenciones para el control de la erosión, la estabilización dunar y motivos estéticos (normalmente en playas y sistemas dunares urbanos).

La erradicación de especies exóticas invasoras de los ecosistemas naturales, en general y de los sistemas dunares, en particular, es una de las acciones pendientes en la gestión para la conservación y restauración. Debido a su

impacto real o potencial sobre la biodiversidad autóctona y los procesos de los ecosistemas, toda especie exótica debe ser eliminada mediante un plan de erradicación sostenido en el tiempo y en el espacio. Actualmente, es frecuente que asociaciones de protección de la flora y medio ambiente acometan actuaciones de erradicación de estas especies.

II.7.1.- Plantas invasoras en las dunas en Cuba.

Entre las plantas referidas por Cruz (2008) como perjudiciales para el desarrollo de la duna en el sector los Taínos y otras zonas de la península de Hicacos se encuentran: *Cocos nucifera*, *Terminalia catappa*, *Casuarina equisetifolia*, *Sansevieria hyacinthoides*, *Scaevola sericea* y *Yucca aloifolia*.

Scaevola sericea Vahl (*Godeniaceae*) fue encontrada por primera vez en Cuba, creciendo en la vegetación costera próxima a Punta del Este en el sureste de la Isla de la Juventud. El hallazgo tuvo lugar durante una expedición de investigadores del Jardín Botánico Atlántico (Gijón - España) y del Jardín Botánico Nacional de Cuba en abril del 2008. Esta planta originaria del este de África, la India, sur de Asia, Australia y las islas del Pacífico fue introducida en el Caribe para la ornamentación en zonas costeras. Actualmente es una especie invasora que está desplazando las plantas nativas de la vegetación de las costas arenosas en lugares como Islas Caimán y Florida (US) alterando estos importantes ecosistemas. Se diferencia de *Scaevola plumeri* (L.) Vahl, especie nativa de las costas del Caribe, por sus hojas con margen revuelto y frutos blancos (González- Torres, 2008)

Según Oviedo (2012), puede considerarse invasora a aquella especie vegetal que se reproduce por semillas u otros propágulos que se expanden por más de 100 metros en menos de 50 años para zonas continentales extratropicales y en Cuba, dada su condición de isla tropical, aquellas especies cuyas semillas o propágulos se diseminan por más de 100 metros entre cinco y 10 años. En el caso de especies dioicas que se reproducen exclusivamente por vía sexual solo es aplicable después de la introducción de los dos sexos. En plantas que se propagan por raíces, rizomas, estolones y tallos rastreros podrían

considerarse invasoras si se extiende seis metros en aproximadamente tres años [Hemmer, 1979, citado por Regalado *et al.* (2012)].

Entre las especies referidas por Regalado *et al.* (2012) como invasoras en Cuba, se encuentran las citadas por Cruz, (2008) como perjudiciales para el desarrollo de la duna. Entre estas *Terminalia catappa*, *Casuarina equisetifolia* y *Sansevieria hyacinthoides* que son consideradas entre las especies más nocivas y evaluadas como transformadoras.

El término de transformadora fue propuesto por primera vez para clasificar aquellas especies invasoras más agresivas que causan los mayores impactos y cambian el carácter, condición, forma o la naturaleza de los ecosistemas en un área relativamente grande respecto a la extensión del ecosistema.

Estas especies pueden ser sobre explotadoras de un recurso: agua (como *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) Black y *Eucalyptus* spp.), luz, oxígeno, o bien donantes de los recursos limitantes (p. ej. Nitrógeno en *Acacia* spp., *Albizia* spp. Y *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn.); promotoras de fuego en lugares no adaptados a él (como *Melaleuca quinquenervia*); supresoras del fuego en sitios que evolucionaron con este tipo de disturbio (p. ej. *Mimosa pigra* L.); promotoras de la erosión o acumuladoras de hojarasca con sustancias alelopáticas que impiden el establecimiento de las especies autóctonas del ecosistema afectado (*Eucalyptus* spp., *Syzygium jambos* (L.) Alston y *Terminalia catappa* L.), o causantes de la acidificación del suelo por el contenido de la hojarasca (p. ej. *Casuarina* spp.). Regalado *et al.* (2012)

II.8.- Técnicas de restauración de sistemas dunares.

La restauración de los sistemas dunares que han sido alterados se consigue mediante la eliminación de las causas que han conducido a su alteración y utilizando técnicas de reconstrucción topográfica y repoblación con vegetación autóctona. Al ser las dunas costeras sistemas muy dinámicos, los objetivos de restauración se pueden cumplir en un plazo breve, del orden de pocos años. Es esencial, en cualquier proyecto de restauración, establecer cuáles son los objetivos a alcanzar, siendo deseable que las actuaciones realizadas logren

recuperar la estructura (composición de especies) y funcionamiento (procesos sedimentarios y ecológicos), de forma que el sistema dunar restaurado mantenga una situación de equilibrio dinámico acorde con las características sedimentarias y ecológicas de su entorno. Los proyectos de regeneración de dunas se inician con un estudio detallado de la evolución geomorfológica del sistema dunar y de su uso a lo largo de las últimas décadas. Es importante determinar la situación actual de los elementos ecológicos, geomorfológicos y de presión humana que actúan sobre el sistema, lo que permitirá diseñar las futuras fases de actuación. El diseño de una duna estará en función del uso posterior que vaya a recibir la zona restaurada. Las técnicas utilizadas para la regeneración de sistemas dunares degradados, o para la construcción de dunas en aquellas áreas donde éstas no existían, pueden dividirse en dos grandes tipos según la magnitud de la intervención y su incidencia ambiental: técnicas de ingeniería convencional y técnicas ecológicas (Fajardo y Rojas, 2016).

II.8.1.-Técnicas de ingeniería convencional: Son actuaciones en las que la reconstrucción de la topografía dunar se realiza mediante el aporte de arena con maquinaria. La fuente de arena puede estar o no en el sistema dunar objeto de la actuación. Suele emplearse este tipo de técnicas cuando el objetivo de la reconstrucción dunar es la protección de algún elemento de gran valor económico, social, cultural (como por ejemplo, los yacimientos arqueológicos), o naturales, situados en la primera línea de costa. Generalmente, son actuaciones realizadas en plazos de tiempo breves (días-semanas), limitadas en el espacio y que requieren una elevada inversión económica. El impacto ambiental es elevado en aquellas zonas que actúan como fuente de arena y en los emplazamientos de las nuevas dunas (Rojas y Fajardo, 2017)

II.8.2.-Técnicas ecológicas: Son actuaciones en las que, una vez eliminado o reducido a rangos compatibles el factor o factores que han conducido a la degradación dunar, se procede a la instalación de sistemas de “ayuda” que permitan su reconstrucción mediante procesos naturales. Es una acción relativamente lenta, cuyos resultados se obtienen a medio plazo. Son poco

costosas, en las que la inversión realizada es pequeña en relación con los resultados que se obtienen, que, en general, son buenos. En estas obras es la propia naturaleza la que realiza la mayor parte del esfuerzo (el viento transporta la arena, la vegetación se establece y extiende su cobertura, etc.), los resultados no se aprecian al terminar la actuación sino después de cierto tiempo, en dependencia de varios factores, entre ellos, la climatología, la dinámica sedimentaria y la efectividad de la protección. Las técnicas de restauración dunar que son más utilizadas según Rojas y Fajardo, (2017) son las “técnicas ecológicas” complementadas con técnicas de ingeniería convencional.

Las técnicas ecológicas, al igual que la instalación de captadores de arena para lograr una estructura topográfica adecuada y la plantación de vegetación dunar para la fijación de sus superficies, utilizan los procesos naturales para lograr su función. El viento transporta la arena que se deposita detrás de los captadores y la vegetación se va estableciendo hasta conseguir una cobertura que permita su fijación y equilibrio. Estas dos actuaciones son los sistemas de regeneración de ecosistemas dunares más utilizados en Europa y si se logra una protección efectiva, su restauración dura pocos años (Rojas y Fajardo, 2017)

Los efectos negativos de la frecuencia humana en las áreas se resuelven mediante sistemas de protección, siendo los más empleados pasarelas peatonales de acceso a las playas, cerramientos en ecosistemas dunares y eliminación del tráfico rodado sobre las dunas. La información al ciudadano cumple un importante papel en las actuaciones de protección y recuperación de espacios litorales, pues éste no suele tener conocimiento del daño que está produciendo, ni el perjuicio que produce el pisoteo sobre la duna. Por otro lado, la divulgación de las actuaciones llevadas a cabo consigue una comprensión y aceptación de los trabajos que se realizan, haciéndole al final cómplice y colaborador, lo que aumenta el éxito de la restauración (Rojas y Fajardo, 2017).

Las actuaciones de restauración necesitan un mínimo y continuado mantenimiento, durante los primeros años después de su realización. Esto es necesario para la reparación de las estructuras de protección, como

cerramientos, pasarelas o carteles que, por causas naturales o la acción vandálica humana suelen sufrir daños. También se realizan para la corrección del proceso de captación de arena y para la replantación de las zonas donde la vegetación no ha arraigado por la movilidad del sustrato (enterramiento o erosión) o por defectos en su establecimiento.

Para aplicar técnicas para la restauración de cordones dunares costeros, se realizan reconstrucción dunar, revegetación, sistemas de protección, sistemas de comunicación y seguimiento de las actuaciones.

Estas actuaciones deben realizarse después de, o a la vez que se produce la eliminación total o la reducción a niveles compatibles de las causas que han conducido a la alteración del sistema dunar. Estas acciones garantizarán el éxito y se evitará volver a la situación anterior de degradación de las dunas costeras.

Actuaciones que deben contemplar los proyectos de restauración de sistemas dunares costeros (Rojas y Fajardo, 2017)

1. Eliminación de las causas de alteración
2. Reconstrucción dunar
3. Revegetación
4. Sistemas de protección del sistema dunar
5. Sistemas de comunicación de actuaciones realizadas
6. Seguimiento durante las actuaciones de restauración
7. Seguimiento a medio plazo de la restauración
8. Mantenimiento durante los años posteriores

II.8.3.-Revegetación

Una vez estabilizado el cordón dunar, se procede a su fijación mediante plantaciones de especies dunares que, en estado natural, son las responsables de la formación y mantenimiento de las dunas. Esta actuación tiene por objeto devolver al sistema la cubierta vegetal que, por diversos motivos, ha desaparecido en ciertas zonas. Esta pérdida de cobertura vegetal en el cordón dunar es una de las causas de su desestabilización y de las movilizaciones de

grandes volúmenes de arena hacia el interior. La colonización natural del cordón dunar reconstruido artificialmente es un proceso lento. La duna costera es un sistema abierto y es continua y la llegada de propágulos de tramos dunares cercanos hace que las dunas restauradas se erosionen antes de que la vegetación se instale y ejerza la función de estabilización. Lo anterior obliga a realizar la revegetación de forma artificial plantando especies dunares (Rojas y Fajardo, 2017)

II.8.4.- Elección de las especies.

Los cordones dunares costeros poseen una biodiversidad relativamente baja y la riqueza específica muy heterogénea, entre 3 y 25 especies por parcela. Para una restauración ecológica convertir el ecosistema degradado con los elementos necesarios para lograr un equilibrio dinámico similar al natural, no es viable desde el punto de vista económico ni técnico. Por estas causas es preciso seleccionar un número limitado de especies a introducir (Fajardo y Rojas, 2016) Aunque todas las especies ejercen su función dentro de este teórico equilibrio dinámico, existen algunas clave que ejercen un papel fundamental sobre la dinámica eólica de un cordón dunar mientras que para otras, este papel constructor es menor. En las dunas costeras activas, las especies de plantas que tienen una función más relevante son aquellas que consiguen una acumulación y estabilización apropiada de los depósitos de arena y que conforman y mantienen las características geomorfológicas del sistema en una situación de equilibrio dinámico (Fajardo y Rojas, 2016).

Debido a que el sistema dunar activo es abierto y que la mayoría del resto de las especies constituyen alrededor de un 5% de la cobertura según García Mora, (2000) tienen mecanismos de dispersión adaptados a estos sistemas y se puede prescindir de utilizarlas en la plantación, ya que llegarán por sus propios medios. No obstante, si técnica y económicamente es posible, se aconseja aumentar la biodiversidad del sistema con otras especies. Una vez realizada la función estabilizadora con especies estructurales, en un breve intervalo de tiempo se produce la colonización de otras especies dunares (van der Laan *et al.*, 1997). Es importante que el aumento de la diversidad de especies mediante la revegetación no se haga sin un estudio previo de las

características de la vegetación del entorno, ya que no todos los sistemas dunares, son igualmente ricos en especies y las diferencias en la disponibilidad sedimentaria y en la estabilidad del substrato imponen diferencias en la distribución de las diferentes especies (García Mora *et al.* 1999).

II.9.- Cuidados posteriores a la plantación

A) Protección

Debido a la baja cohesión del substrato arenoso, la vegetación dunar es muy sensible al pisoteo y se ha estudiado que los sistemas dunares degradados han sufrido una presión turística demasiado elevada, los proyectos de restauración deben incluir sistemas de protección entre ellos:

Riegos

Si las plantaciones se realizan dentro de su período óptimo, no es necesario proceder a realizar riegos. No obstante, en los casos en los que se requiera un establecimiento más rápido de las plantaciones o en plantaciones tardías, los riegos aceleran el arraigo y desarrollo de la vegetación. El substrato dunar es altamente permeable, por lo que la cantidad de agua a administrar debe ser lo suficiente como para que llegue a las raíces pero sin que el agua percole hacia capas más profundas. Por otro lado, la infraestructura necesaria para realizar riegos descarta las actuaciones en zonas extensas, limitándose a zonas puntuales que necesiten un cuidado específico. Es mejor realizar riegos más frecuentes y menos copiosos que en terrenos normales (Fajardo y Rojas, 2016)

Abonados

Aunque en la mayor parte de los casos no se considera necesario proceder a fertilizar las plantaciones de vegetación dunar, en determinadas ocasiones puede resultar conveniente, ya que favorece el establecimiento de la vegetación en zonas que necesitan ser rápidamente estabilizadas. Existen dos condicionantes importantes a la hora de fertilizar las plantaciones:

Debido a que la planta necesita haber desarrollado suficientemente el sistema radicular para poder absorber el fertilizante, no es conveniente abonar las plantaciones antes de un año.

Dado que el substrato arenoso es altamente permeable, durante los meses de lluvia se produce un lavado y pérdida del abonado hacia el subsuelo. Para resolver este problema, se recurre a la utilización de fertilizantes de liberación lenta.

El elemento más importante para la nutrición de la vegetación dunar y en especial, de las gramíneas, es el nitrógeno, que constituye un factor de crecimiento para dichas plantas. El fósforo también puede cumplir un importante papel nutricional en el caso de arenas pobres en dicho elemento, como las provenientes de litologías silíceas. El potasio, en general, no es un elemento carente en los substratos arenosos costeros por el aporte procedente del mar y se recomienda la aplicación de fertilizantes de liberación lenta con una elevada proporción de nitrógeno.

Los fertilizantes convencionales (de liberación rápida) deben administrarse en varias dosis fuera de las estaciones muy lluviosas. Lo ideal es tres o cuatro veces al año, preferentemente desde principios de primavera hasta finales del otoño (Según Hernández *et al.* (2015).

Eliminación de la vegetación invasora

La eliminación de la vegetación invasora es un aspecto fundamental en la restauración de los ecosistemas dunares costeros. Su erradicación debe ser completa, ya que si se dejan restos de vegetación o semillas, en poco tiempo, volverán a expandirse sobre el sistema dunar, haciendo inútiles los esfuerzos de eliminación realizados. Las campañas de eliminación deben ser prolongadas en el tiempo siendo aconsejable que, después de la primera eliminación, se realicen nuevas campañas anuales o bianuales durante al menos cinco años, para garantizar la desaparición total de las plantas y semillas. La eliminación de la vegetación invasora puede llevarse a cabo mediante métodos físicos, como el arranque directo o mediante la aplicación de herbicidas. El primer método sólo es conveniente en el caso de superficies colonizadas lo suficientemente pequeñas como para asegurar la eliminación de la totalidad de la planta. La aplicación de herbicidas se considera lo más

adecuado para los sistemas dunares, siempre que se apliquen correctamente. Exigen menor coste y son más eficaces puesto que se traslocan a la totalidad de la planta evitando rebrotes. Además, la eliminación física frecuentemente aumenta los procesos erosivos en la duna. Los herbicidas más utilizados para la eliminación de especies invasoras son los que tienen como sustancia activa el “Glifosfato”, ya que además de su gran eficacia dentro de los herbicidas no hormonales, son los que presentan menor toxicidad tanto para el hombre como para la fauna terrestre y acuática y no son corrosivos ni inflamables. Para lograr su máxima efectividad, la aplicación debe realizarse cuando la planta comienza su actividad en primavera. Debe realizarse por microaspersión, y mojar toda la planta excepto la vegetación autóctona. La dosis recomendada es de 160 ml de sustancia activa en una superficie de unos 100 m². En cualquier caso, para reducir los riesgos de las plantas invasoras es imprescindible evitar la plantación de especies no autóctonas de un sistema dunar concreto (Fajardo y Rojas, 2016)

Otras formas de Sistemas de protección

Al ser una de las causas más importantes de la degradación y desaparición de la cubierta vegetal el pisoteo de los usuarios de la playa sobre la vegetación originando la pérdida de la vegetación, para lograr una restauración exitosa es indispensable eliminar la afluencia de público al área donde se realiza la actuación. Para ello, es necesario realizar obras para proteger el cordón dunar, dentro de las que se incluyen cerramientos, adecuación de accesos, construcción de pasarelas y carteles informativos (Fajardo y Rojas, 2016)

Pasarelas

Para evitar el pisoteo es recomendable habilitar pasarelas transversales al cordón dunar que canalicen el paso entre ambos lados del cordón. La morfología de los sistemas dunares suele ser de tipo cordón dunar con una estructura de la vegetación continua. Estos cordones, al estar situados en la zona trasera de la playa, interrumpen el acceso natural de los usuarios a la misma, por lo que es frecuente la aparición de caminos a través del cordón. Como el substrato dunar es muy suelto y no existe vegetación que lo retenga, el viento erosiona estos pasillos y transporta la arena hacia el interior,

generando taludes laterales muy inestables en los pasillos. Éstos se van ensanchando por acción del viento y por el pisoteo hasta que el cordón dunar queda fragmentado y reducido a montículos separados entre sí, que sufren una erosión muy fuerte hasta que desaparece. Los sistemas más recomendables para evitar estos procesos de degradación consisten en pasarelas de madera, elevadas sobre el suelo y soportadas mediante pilotes, ya que al quedar un espacio suficiente entre la estructura y la duna permiten el establecimiento de la vegetación y no interfieren en el transporte de arena por el viento.

Dimensiones

Las dimensiones de las pasarelas vienen determinadas por varios factores, el carácter de la zona, si es el correspondiente a una playa urbana o rústica, si es una zona muy urbanizada o no, de los valores paisajísticos y naturales que posea, de la densidad de usuarios que cruzan las pasarelas y de la necesidad de protección del sistema dunar (Fajardo y Rojas, 2016).

Seguimiento de las obras de restauración

En las obras de restauración dunar, los efectos no se manifiestan inmediatamente, lo que ocurre en la mayor parte de las obras de construcción, sino que se necesita un tiempo para que se establezca la vegetación y los elementos naturales se autorregeneren debido a las medidas de protección realizadas. No existe una experiencia sistematizada en el seguimiento a la restauración ya que depende de muchas variables, entre ellas, la gran variedad de los sistemas dunares, el clima, características de la dinámica sedimentaria y eólica. Además, la utilización de seres vivos y el objetivo mismo de la restauración, que es ayudar al sistema a recuperar los procesos físicos y ecológicos, implica muchas interacciones con las variables físicas, las cuales producen diferentes respuestas en cada caso determinado. Estas particularidades introducen en la sistemática de la restauración dunar un componente elástico que es necesario abordar para perfeccionar y optimizar las técnicas. Para ello, es útil la realización de seguimientos desde el comienzo de las obras o incluso antes, durante el replanteo del estado del sistema dunar en el momento de la actuación hasta varios años después de terminada la obra.

Mantenimiento

Las obras de restauración dunar que utilizan sistemas de regeneración ecológicos necesitan, a diferencia de la obra civil, un tiempo a partir de la ejecución durante el cual van actuando los procesos naturales. Por otro lado, estas actuaciones están influenciadas por múltiples factores ambientales que determinan procesos dinámicos no siempre predecibles. Estos factores ambientales como son los temporales, el viento, condicionan el éxito y la homogeneidad de los resultados. Además, durante los períodos estivales, la afluencia de visitantes se hace masiva y como consecuencia, se incrementan los deterioros de las instalaciones y otras infraestructuras, lo que conlleva la necesidad de prever, durante un plazo no inferior a tres años, diversas tareas de mantenimiento y reparación que garanticen la viabilidad de los resultados. Las labores de mantenimiento consisten en controlar y promover la evolución y desarrollo vegetal de las plantaciones realizadas y comprobar que se adquieren las coberturas y portes deseables con el paso del tiempo, manteniendo unas condiciones de conservación y dinámica adecuadas.

Para el mantenimiento se deben incluir las siguientes actividades según (Fajardo y Rojas, 2016).

Replantaciones

Se realizará en áreas que presentan pérdida de vegetación dunar por deterioro o pisoteo y en zonas donde aparezcan procesos erosivos nueva o en áreas no contempladas originalmente en el proyecto, que necesiten mayor estabilización (Fajardo y Rojas, 2016).

Reparación de las pasarelas peatonales

Se deberán reponer lo antes posible para permitir el acceso a la playa y evitar el paso por las zonas restauradas.

Reposición de los sistemas de información

Dado que constituyen un elemento importante de cara a la aceptación, comprensión y respeto a las obras por parte de la población, se deben reponer cuando se deterioren.

Eliminación de vegetación invasora

La eliminación de la vegetación invasora es un proceso que requiere un esfuerzo continuado en el tiempo para eliminar los rebrotes, nuevas colonizaciones y la germinación de semillas latentes a lo largo de los años. Las labores de mantenimiento deben dirigirse a la prospección de posibles rebrotes y a su eliminación urgente, con el objeto de impedir la rápida expansión que caracteriza a este tipo de vegetación de posibles rebrotes y a su eliminación urgente (Fajardo y Rojas, 2016).

III.- Materiales y Métodos

III. 1 Descripción de la cobertura vegetal y la flora de la duna

Se efectuó la descripción de la cobertura vegetal de la duna a partir de los datos obtenidos en la consulta bibliográfica Cruz, (2008) y las observaciones en una duna modelo del área de playa del Hotel "Patriarca", en Varadero, Península de Hicacos (figura 2).



Fig. 2 Área de la duna del Hotel Patriarca. Ricardo Cruz, 2016.

Para la descripción se tuvo en cuenta: la zonación de la formación vegetal desde el mar hacia la tierra hábito y especies predominantes en cada zona.

III. 2 Caracterización de las especies colectadas en el área seleccionada modelo.

III.2.1.- Colecta y herborización:

Se efectuó la colecta y herborización de 21 muestras de las especies observadas en el área seleccionada a partir de los conocimientos de la autora y se plantaron 11 ejemplares de especies seleccionadas en la colección viva del vivero. Las muestras herborizadas por técnicas tradicionales fueron depositadas en el herbario (HJBM) "Hermano León" del Jardín Botánico de Matanzas (JBM).

III.2.2.- Determinación taxonómica:

Se determinaron las especies que conforman la vegetación en el área seleccionada y se comparó con los reportes para otras zonas. Para la determinación de cada especie se consultó bibliografía especializada (Alain, (1957) León y Alain (1951) Catasús, (Tomo I y II 2012) y comunicación personal de Rodríguez (2016) y Robledo (2017), profesoras de Botánica de la Facultad de Agronomía.

Se confeccionó la lista de las especies determinadas, ordenada por familias y comprobada la autoría según Acevedo y Strong (2012).

III.3.- Morfología y anatomía de las especies *Canavalia maritima* e *Ipomoea pes - caprae*.

La caracterización morfológica se efectuó aplicando los conocimientos adquiridos en la asignatura Botánica, se realizó la observación de las planta en el campo y en el laboratorio de Botánica y la consulta bibliográfica (Alain, 1957, Samek, 1973).

La caracterización anatómica se efectuó en el laboratorio de Botánica apoyado en consulta bibliográfica según Bota (2006) y Robledo y Enríquez (2017) Se realizaron cortes microscópicos en los órganos vegetativos, para la observación de diferentes tejidos y la estructura anatómica de los mismos, en especial las hojas. Para la observación de las muestras microscópicas se utilizó el microscopio óptico Novel N-200M.

III.4.- Caracterización general de las especies determinadas en el área de estudio.

Se confeccionó una ficha de cada especie con las características botánicas generales, origen, distribución y posibles usos de cada especie, según los datos obtenidos en la bibliografía Alain, (1947), León (1951), Catasús, (Tomo I y II 2012 Robledo et al. 2017); se acompaña la ficha de fotos de la autora situadas en el anexo 1.

III.5.- Selección de área de muestreo de duna propuesta en el Sector “Kawama”, por el Centro de Servicios Ambientales para apoyo a su restauración (CSAM).

Para la selección de esa área, se tomaron los criterios de la documentación y propuestas del CSAM, según aparece en la Figura 3. (Fajardo y Rojas, 2016).



Fig. 3.- Sector Kawama en la Calle 6 que muestra área seleccionada.

III.5.1.- Comprobación del estado de la cobertura vegetal dunar en el área propuesta.

Se comprobó el estado de la cobertura del sector Kawama, a partir de cuatro visitas al área, identificación de especies presentes con bibliografía especializada Alain (1947), Leon y Alain (1951), Pérez, (2008), Fajardo y Rojas, (2016) y observación personal del autor.

III.5.2.- Acciones para obtener criterios evaluativos del estado recuperativo.

Se realiza el montaje de 16 parcelas de 1 m² en el área de trabajo seleccionada para obtener los criterios. Se toman 8 parcelas paralelas a la línea de costa y 8 a continuación. Esas parcelas representan ¼ del área y solo de 1 m² cada una ya que las especies predominantes son herbáceas y rastreras (Claro 1985, Claro y Rodríguez, 1988).

Para los criterios de evaluación se tuvo en cuenta: Especies típicas de la duna en el área, en comparación con listado de duna modelo y estado de las especies. Obtención de la presencia de invasoras, según Oviedo *et al.* (2012) y (Fajardo y Rojas (2016).

Especies por parcelas y % de supervivencia como valoración del estado recuperativo, según Manual Trabajo CSAM (Fajardo y Rojas (2016) y Rojas y Fajardo (2017).

Fue observada la cobertura las parcelas según (Fajardo y Rojas (2016) y determinación de % de calveros.

Se realizan mediciones en cm de los tallos y se contabiliza el número de hojas en las especies seleccionadas como una medida del desarrollo de las mismas y su establecimiento.

III.6.- Acciones para el mantenimiento de la duna del sector Kawama.

Según Fajardo y Rojas (2016). (2017), se utilizan los resultados observados de la recuperación de la duna para el mantenimiento y revegetación con participación del grupo científico del JBM.

III.6.1.- Divulgación del estado de la vegetación y flora dunar.

Para la divulgación se realizan acciones para la superación de los obreros que trabajan en la duna seleccionada y se entrega de documentación digital a los mismos. Se elabora documento con las características de las plantas identificadas y caracterizadas según aparecen en el anexo 1, como base de la superación del personal de servicio.

Obtención de criterios de los obreros relativos a la divulgación sobre la importancia de las dunas.

III.7 Análisis medio ambiental de la recuperación de la duna.

Con la utilización de los resultados obtenidos se resume la contribución al medioambiente de la restauración de las dunas a partir de la experiencia de la autora.

IV.- Resultados

IV.1.- Descripción de la cobertura vegetal y la flora de la duna modelo del Hotel “Patriarca”, en Varadero, Península de Hicacos.

La descripción realizada en la duna modelo delante del Hotel Patriarca, demuestra la presencia de herbáceas, arbustivas y árboles emergentes que conforman este tipo de formación vegetal según Capote y Berzaín (1984) y Capote (1988). Se aprecia la zonación en la zona de vegetación más próxima al mar (pendiente anterior de la duna), donde se presentan especies, con tallos rastreros y estoloníferos, donde predominan las especies *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia maritima*, *Paspalum vaginatum* y *Cenchrus tribuloides* (figura 4)

Al avanzar hacia la cima de la duna aparecen plantas erguidas y aumenta la cobertura vegetal, hasta llegar al uveral, donde predomina *Coccoloba uvifera* (figura 4), acompañada de otras especies entre ellas, *Bursera simaruba*, *Caesalpinia crista* y *Pithecellobium keyense*, Capote (1988), Cruz, (2008).



Figura 4.- Vegetación en pendiente anterior y cima de la duna con *Coccoloba uvifera* en área de playa del hotel “Patriarca”, en Varadero, Península de Hicacos. María Eugenia Núñez. Octubre 2012.

IV.2.- Caracterización de las especies colectadas en el área seleccionada modelo.

IV.2.1.- Colecta y herborización:

El resultado de la recolecta y herborización de las 21 muestras de ejemplares de duna fueron depositadas en el herbario (HJBM) “Hermano León” del Jardín Botánico de Matanzas (JBM), donde se utilizan para los estudios similares en otros sectores e identificación de muestras por los investigadores. (Anexo 1).

IV.2.2.- Determinación taxonómica y lista florística

La determinación taxonómica de las especies que fue realizada coincide con los autores referidos, Alain, (1957) León y Alain (1951) Catasús, (2012), Robledo, Enríquez, y Cruz (2017) y la comunicación personal de Rodríguez (2016) y Robledo (2017). Aparecen en el área, 18 especies pertenecientes a 15 familias. (Tabla 2).

Tabla 2.- Especies determinadas en el área de playa del Hotel “Patriarca”, en Varadero, Península de Hicacos

Familia	Especie
<i>Agavaceae</i>	<i>Yucca aloifolia</i> L.
<i>Aizoaceae</i>	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.
<i>Arecaceae</i>	<i>Cocos nucifera</i> L.
<i>Arecaceae</i>	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
<i>Caesalpinaceae</i>	<i>Caesalpinia crista sensu</i> Sw.
<i>Casuarinaceae</i>	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jacq.
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Croton punctatus</i> Jacq.
<i>Fabaceae</i>	<i>Canavalia maritima</i> (Aubl.) Thouars
<i>Mimosaceae</i>	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton
<i>Myrtaceae</i>	<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd.
<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum distachyon</i> Poit. ex Trin.
<i>Poaceae</i>	<i>Cenchrus tribuloides</i> L.
<i>Polygonaceae</i>	<i>Coccoloba uvifera</i> L.
<i>Simarubaceae</i>	<i>Suriana maritima</i> L.
<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Tribulus cistoides</i> L.

Fueron identificadas como especies típicas un grupo donde predominan *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia maritima*, *Sesuvium portulacastrum* y *Paspalum distachyon* Poit. ex Trin. en la pendiente anterior de la duna, lo que coincide con lo referido por Samek (1973) para el litoral norte de La Habana y por Cruz, (2008) para el sector Los Taínos en Varadero (Figura 5).

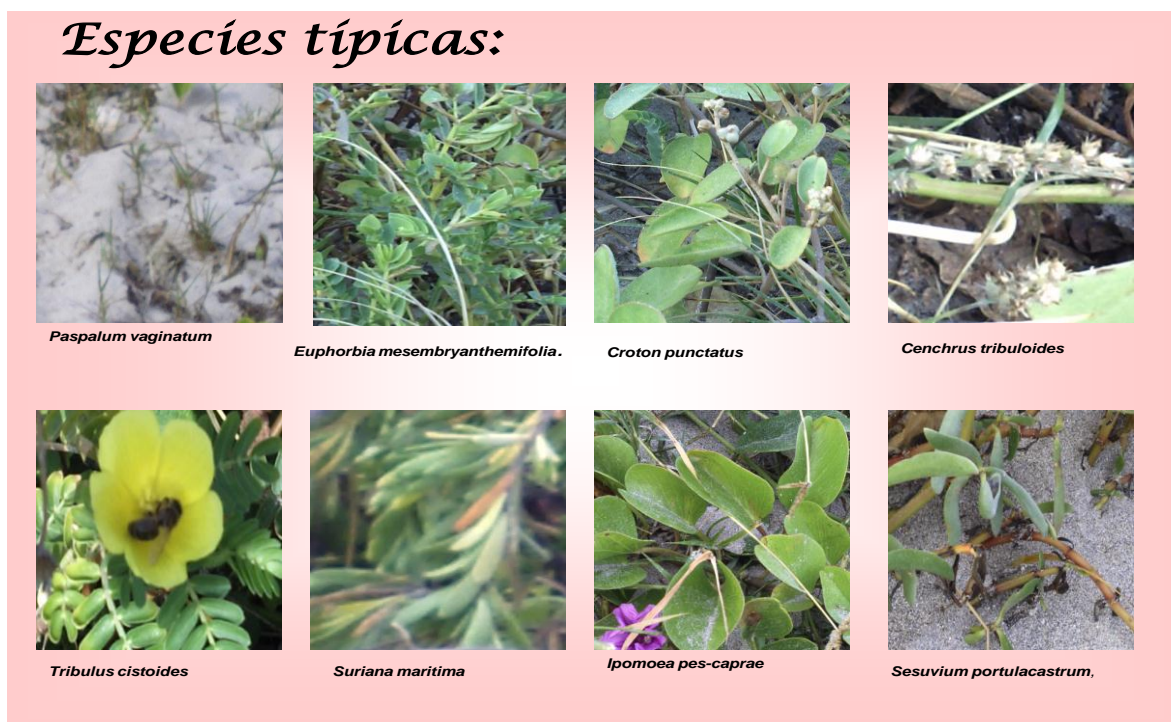


Figura 5.- Especies típicas de dunas presentes en El sector Del Hotel Patriarca. Maria Ofelia Quiñones De la Cruz. 2015.

Samek, (1973) y Cruz, (2008) reportan la especie *Paspalum distachyon* como especie típica de la duna. Al determinar la especie en la zona se comprobó que las características del ejemplar colectado en el área de muestreo coinciden con las referidas por Catasús, (Tomo I y II, 2012) para *Paspalum vaginatum*, reportada por este autor para la zona.

Paspalum vaginatum: Nombres comunes: Cambute, cañamazo amargo, grama de mar (Roig ,1965).

Hierba perenne, de casi 1 m de alto rizomatosa y estolonífera, muy variable. Culmos delgados, firmes, rastreros, glabros, ramas fértiles, erectas o ascendentes de 5-60 cm de largo. Hojas mayormente imbricadas, vaina carinada, ancha, con ápice peloso provisto de

pequeñas aurículas, lígula membranácea de 0,3-0,5 mm de largo, lámina ascendente, plana o conduplicada, filiforme o lineal de 1-15 cm por 1-8 mm, glabra. Racimos 2, conjugados raramente menores o iguales a 5, agregados hacia el ápice del pedúnculo, erectos ascendentes o reflexos de 1-7,5 cm de largo, raquis trígono de 1,2 mm de ancho, desnudo proximalmente. Espículas solitarias, imbricados asimétricamente lineal – lanceoladas, de base estrechamente truncada de 2-4 por 1,2-1,5 mm glabras. Gluma inferior nula, la superior 4-5 nervia, el nervio medial a veces nulo. Antecio superior endurecido, acuminado, de casi 2,5-3 mm de largo.

Distribución:

Regiones cálidas del mundo. Presente en Cuba occidental: Pinar del Río; La Habana, Matanzas, Cuba central: Villa Clara, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Cuba oriental: Granma, Guantánamo. Crece en formaciones herbáceas, en matorral xeromorfo costero y comunidades de halófitos.

Variabilidad:

La variabilidad fenotípica de sus partes vegetativas y reproductivas es causa de que se le haya descrito bajo nombres diferentes.

Importancia económica:

Es medicinal y forrajera la reconoce Roig (1965) porque sus raíces tienen propiedades diuréticas, depurativas, refrescantes y antiflogísticas, hervidas se utilizan para baños contra la fiebre palúdica.

Entre las especies determinadas se encuentran además las invasoras *Yucca aloifolia*, *Cocos nucifera* y *Casuarina equisetifolia*. Estas especies provocan grandes daños a la duna y son consideradas por Oviedo *et al.* 2012) muy expansivas deteriorando la calidad de la arena en pocos años. *Scaevola sericea* aunque no fue observada en el sector Patriarca, ya abarca casi toda la costa desde el Extremo de la

Península de Hicacos hasta las inmediaciones de las Playas del Este (Cruz, 2018 Comunicación personal). (Figura 6).



Figura 6.-A,B,C, Invasoras del Sector Patriarca y D,E Sector Los Tainos. Varadero. Ricardo Cruz, marzo 2008.

En cumplimiento a las leyes que protegen el medio ambiente y el patrimonio forestal, Ley 81 (1998) y Ley 85 (1998), se realizan en la península de Hicacos, las aprobaciones pertinentes para eliminar especies invasoras como *Cocos nucifera* y *Casuarina equisetifolia* por los daños intensos que ocasionan a las dunas, así como monitoreo hacia *Scaevola sericea* que tiene un comportamiento fuertemente invasor.

IV.3.- Morfología y anatomía de las especies *Canavalia maritima* e *Ipomoea pes - caprae*.

La caracterización morfológica se efectuó en las especies *Canavalia maritima* e *Ipomoea pes - caprae* con aplicación de los conocimientos de la autora y actividades de la asignatura Botánica, se coincide con Samek (1973), en los caracteres que mantienen ambas especies como parte de la vegetación costera

La caracterización anatómica efectuada en el laboratorio de Botánica apoyada por las guías de laboratorio de Robledo y Enríquez (2017) y observaciones personales, facilitan la comprensión de los requerimientos de las especies y su desarrollo.

Estudio morfológico y anatómico: *Ipomoea pes-caprae* (L) Sweet y *Canavalia maritima* (Aubl) Thouars.

***Canavalia maritima* (Aubl) Thouars, (*Dolichos maritima* Aubl),
"Mate de costa", "Frijol de Playa".**

Caracterización morfológica

Planta mayormente postrada. Pecíolos casi tan largos como los foliolos, éstos algo carnosos, aovados a ovales u orbiculares de 5-8 cm, obtusos o redondeados a veces apiculados. Pedúnculos gruesos algo más largos que las hojas. Cáliz acampanado, el labio superior ancho y emarginado, casi tan largo como el tubo, el inferior 3-lobulado. Corola rosada el estandarte de 1-1,5 cm y 2-2,5 cm de ancho (figura 7). Semillas de 3-9, ovoides a subglobosas de 12-16 cm y de 7-10 de ancho, jaspeadas de moreno y amarillo, el hilo 1/5 del contorno. Presente en toda Cuba y trópicos de ambos mundos (León y Alain ,1951). Según se aprecia en la figura 4 los caracteres observados permiten reconocer que la muestra recolectada coincide con la especie caracterizada según León y Alain (1951).

- Planta de **hojas** compuestas trifoliadas, alternas, aovadas, por el borde del limbo, entero, penninervia.
- **Inflorescencia** en racimo.
- **Flor** completa hermafrodita, cáliz gamosépalo, corola gamopétala con perianto heteroclamídeo, con simetría bilateral (flor zigomorfa).
- **El fruto:** legumbre, con semillas ovoides. Figura 7.



Figura 7 *Canavalia maritima* en área de playa del hotel “Patriarca”, en Varadero, Península de

Hicacos. Maria Ofelia Quiñones De la Cruz. 2015.

Según las observaciones en el área muestreada, la especie se comporta como rastrera o trepadora, creciendo sobre otras plantas. (Figura 8).

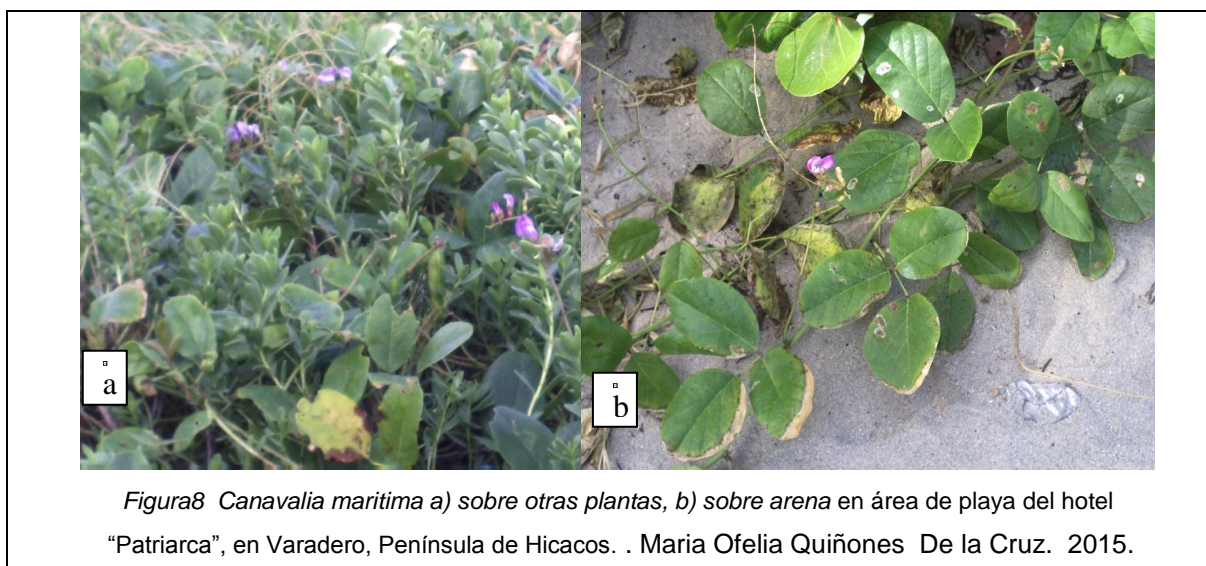
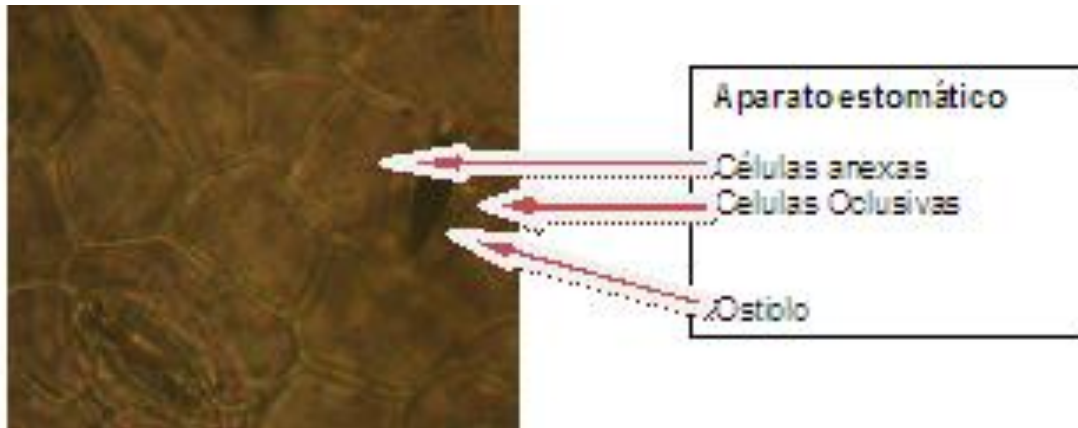


Figura8 *Canavalia maritima* a) sobre otras plantas, b) sobre arena en área de playa del hotel “Patriarca”, en Varadero, Península de Hicacos. . Maria Ofelia Quiñones De la Cruz. 2015.

Caracterización anatómica:

Como resultado de la caracterización anatómica fueron observados tricomas pluricelulares en la epidermis foliar de ambas superficies y en el envés se destacan la pared celular de las células epidérmicas y una configuración estomática de tipo paracítico, con dos células anexas que bordean el estoma dispuestas paralelas a los ejes mayores de las células oclusivas. Se coincide con Esau, (1982), apreciándose estos caracteres que pueden ser utilizados por su valor taxonómico. Figura 9, El aparato estomático muestra el ostiolo ampliamente abierto según aparece en el Atlas de Robledo y Enríquez, (2017).



. Figura 9. Corte superficial del envés de *Canavalia maritima* que muestra configuración paracítica y ostiolo abierto (40x10). María Ofelia Quiñones de la Cruz

***Ipomoea pes- caprae* (L) Sweet (*Convolvulus pes- caprae*) Boniato de playa**

Caracterización morfológica:

Perenne, lampiña, carnosa, tallos postrados, rastreros de hasta 20 m o más, hojas suborbiculares de 6-10 cm, (figura 10), comúnmente emarginadas en el ápice redondeadas o acorazonadas en la base, pedúnculos gruesos 1-plurifloros, pedicelos más delgados sépalos lampiños ovales o suborbiculares de 1cm, obtusos, corola purpúrea de 4-5 cm, cápsula ovoide o globoso ovoide de 1,5 cm, (figura 10); semillas pubescentes. Se encuentra distribuida en costas de toda Cuba y los trópicos, es usada contra dolores artríticos, dolores intestinales, y combate la presión arterial (Alain, 1957).



(Figura 10 *Ipomoea pes- caprae* en área de playa del hotel "Patriarca", en Varadero, Península de Hicacos. María Ofelia Quiñones de la Cruz Octubre 2012.

A partir de la observación directa de la autora se resumen las características siguientes:

- **Hojas:** simples, alternas, acorazonadas, suborbiculares, por el borde del limbo: entero y son penninervias.
- **Tallo:** estolonífero de esta especie se extiende sobre la arena enraizando en cada uno de los entrenudos (figura11).
- **Flor:** Completa, gamosépala, gamopétala, hemafrodita, con perianto heteroclamídeo, simetría radiada (flor actinomorfa), ovario súpero, (hipógina).
- **Fruto:** cápsula ovoide o globosa ovoide.

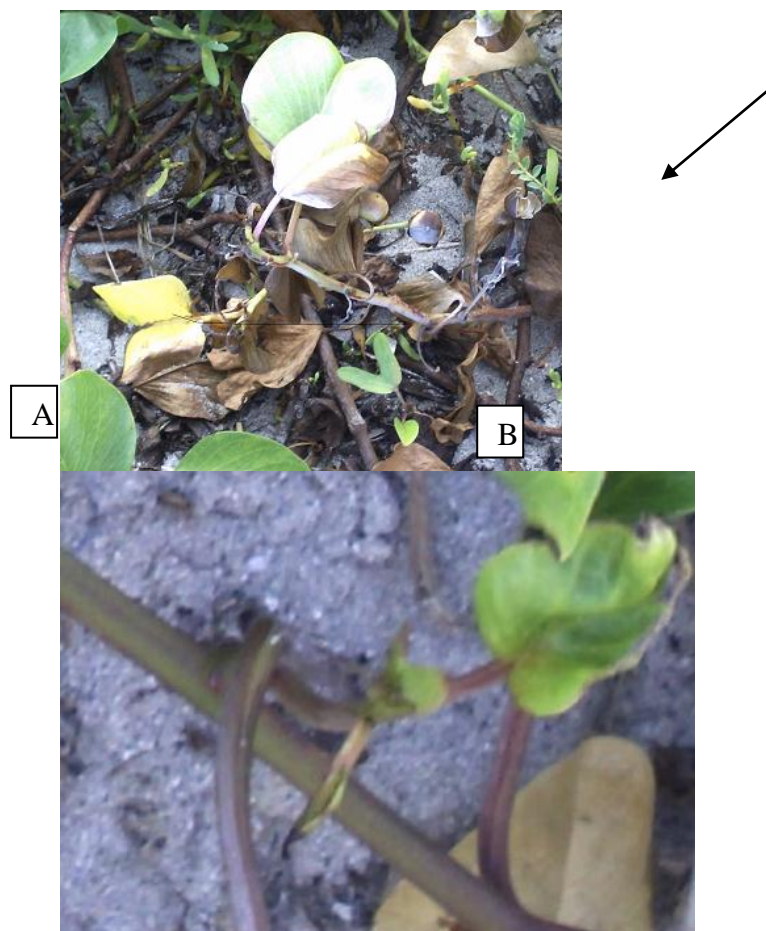
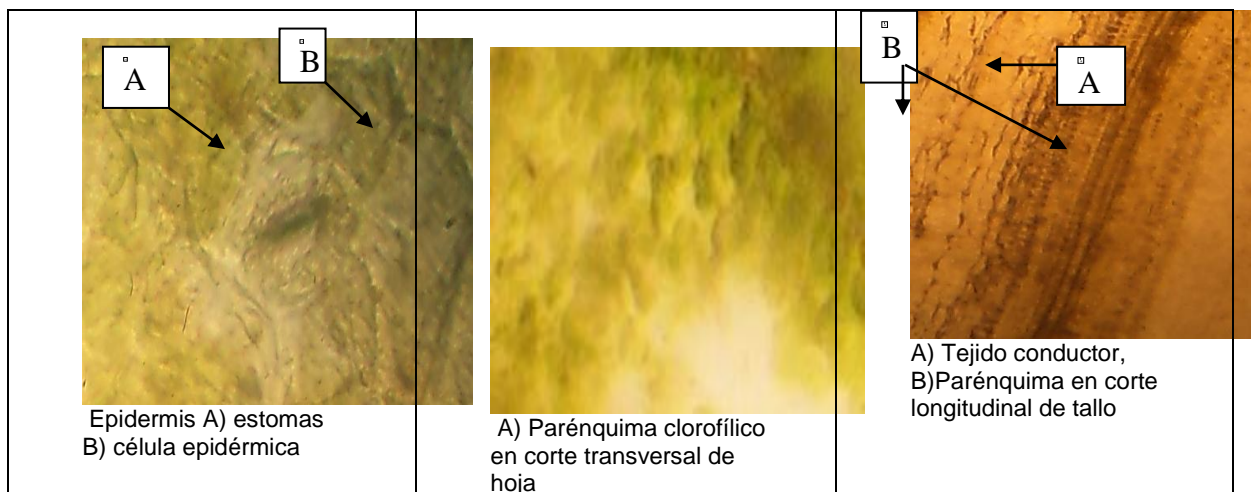


Figura 11 *Ipomoea pes -caprae*,A) tallos sobre la arena,B) entrenudo enraizando.

Caracterización anatómica

Los cortes superficiales de hoja, transversal de hoja y longitudinal de tallo muestran, el tejido epidérmico, que muestra los estomas también con diseño paracítico, parénquima clorofílico en y conductor según aparecen en la figura 12.



(Figura 12 Tejidos observados en cortes superficiales, transversales y longitudinales de órganos de la especie *Ipomoea pes-caprae*.

Se realiza la comparación de las características morfológicas de las especies *Canavalia maritima* e *Ipomoea pes-caprae*, a partir de la observación de que son las plantas más comunes en la duna en estudio y el conocimiento de sus caracteres facilita su uso en la reproducción o multiplicación vegetativa. Las diferencias se destacan en la tabla 3.

Tabla 3.- Comparación de *Canavalia maritima* e *Ipomoea pes-caprae*

Especie	Raíz	Tallo	Hojas	Flores	Frutos
<i>Canavalia</i>	Típica	Semi herbáceo	Compuestas trifoliadas	Se presenta en Inflorescencia de racimo	Legumbres
<i>Ipomoea</i>	Típica	estolonífero	simples	Flores solitarias embudada	Cápsula ovoide

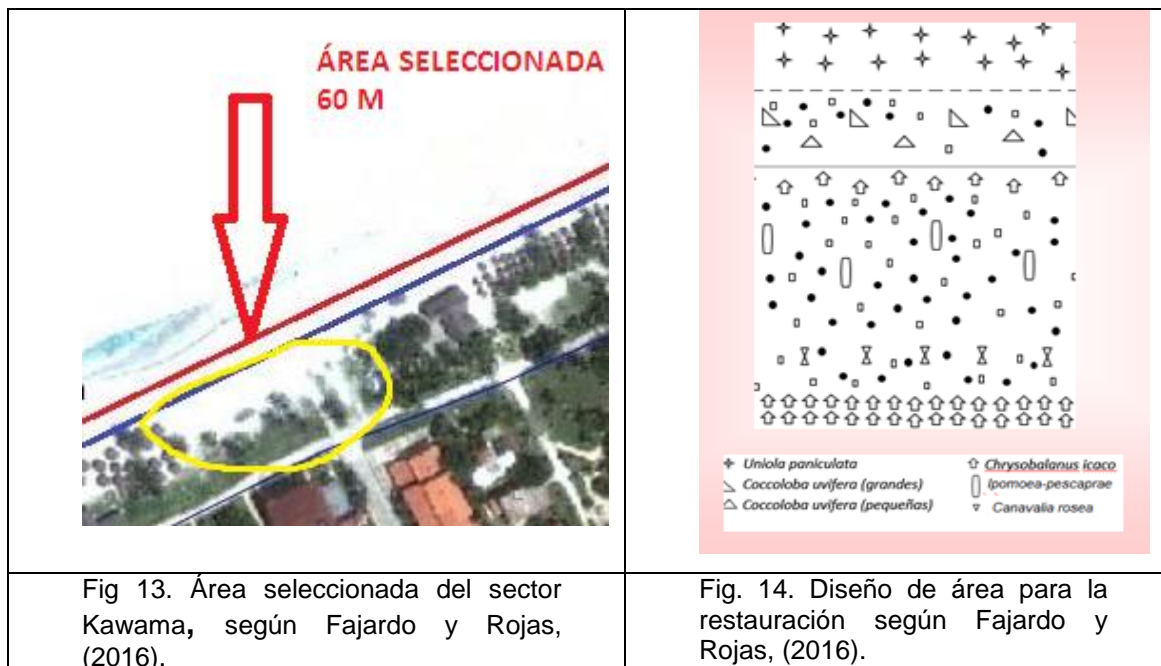
IV.4.- Caracterización general de las especies determinadas en el área de estudio.

La ficha elaborada de cada especie con las características botánicas generales, origen, distribución, posibles usos de cada especie y determinación taxonómica, según los datos obtenidos en la bibliografía

Alain, (1947), León y Alain (1951), Catasús, (2012); es de gran valor para la divulgación de los valores florísticos de la duna. Se acompaña la ficha de fotos para facilitar el reconocimiento de especies en un sector modelo donde la duna mantiene las características de parámetros aceptados por el CSAM relativos a la calidad de la relación playa – duna (Fajardo y Rojas (2016). (anexo 1).

IV.5.- Resultados de la selección de área de muestreo de duna propuesta en el Sector “Kawama”, por el (CSAM).

En la selección del área de trabajo, se tomaron los criterios de la documentación del proyecto de restauración propuesto por el CSAM, relativo a la vegetación que abarca la zona de duna y postduna del frente de playa de los hoteles Kawama, Barlovento y Villa Tortuga (sector No. 4). Según Fajardo y Rojas, (2016), la técnica de revegetación, para este sector “Kawama”, es importante y el recorrido de prospección por el sector determina que las especies de plantas que se proponen fueran aquellas que se encuentran a lo largo de la península de manera natural, fijadoras de arena y formadoras de dunas costeras, las cuales brindan una mayor cantidad de bienes y servicios ecosistémicos. Fueron tomados 60 m de muestra en la calle 6 paralela a la línea de costa según aparece definida en la Fig 13 y de ellas fue seleccionada para la restauración proyectada por los especialistas del CSAM las especies que aparecen en el diagrama de la figura 14. En los resultados de esta tesis para la contribución a las acciones de restauración, se montaron las 16 parcelas en dos hileras: 8 en la primera línea de la zona restaurada y 8 en la segunda línea.



IV.5.1.- Comprobación del estado de la cobertura vegetal dunar en el área propuesta.

El estado general de la cobertura del sector Kawama, fue comprobado con tres visitas generales de observación personal del autor. El sector se encuentra con parches desprovistos de vegetación y en algunas zonas se identificaron las especies *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia rosea* y *Uniola paniculata* entre otras. Los parches desprovistos de especies típicas de dunas, indican que se conforme un ecosistema artificial en correspondencia con lo planteado por Fajardo y Rojas (2016).

IV.5.1.1.- Resultados de las propuestas para la recuperación.

Se identificaron entre las especies propuestas en el sector Kawama las que aparecen en la Tabla 4. Se coincide con Claro, (1989), que ubica entre las especies para esa formación vegetal algunas de las mencionadas en la tabla.

Tabla 4. Especies presentes propuestas en el sector Kawama

Nombre vulgar	Especies
<i>Miraguano de costa</i>	<i>Coccothrinax litoralis</i>
<i>Guano de costa</i>	<i>Thrinax radiata</i>
Hicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>
Vomitel colorado	<i>Cordia sebestena</i>
Palma de S. Lucia	<i>Pseudophoenix sargentii</i>
Arroz de playa	<i>Uniola paniculata</i>
Frijol de playa	<i>Canavalia maritima</i>
Boniato de playa	<i>Ipomoea pes-caprae</i>

Entre las características que fueron observadas están que poseían el tamaño requerido las estacas (de 25 a 30 cm las herbáceas), para garantizar un exitoso establecimiento, las posturas de palmas y especies leñosas ya habían germinado y sus raíces estaban desarrolladas ya que llevaban más de seis meses de aviveramiento en Arentur. Las plantas se observaron sanas, en buen estado fitosanitario (libres de agentes patógenos). Las especies que fueron propuestas juegan un papel importante en la conformación del ecosistema dunar, con alta capacidad para la retención de la arena y función protectora de la duna, las que por sus características se adaptan totalmente a condiciones de elevada salinidad y al efecto de los fuertes vientos.

IV.5.2.- Acciones para obtener criterios evaluativos del estado recuperativo.

Por observación directa se aprecia que el área reforestada se encuentra en un buen estado de desarrollo y las especies presentan un alto grado de adaptación al establecimiento. Se aprecia además que las especies responden a una recuperación más efectiva del cubrimiento de la arena de la duna tomando como criterios las evaluaciones de los especialistas del CSAM en otras áreas de la Península de Hicacos. De las 18 especies contabilizadas en la duna modelo del hotel Patriarca se utilizaron en el sector Kawama, 4 especies (uva caleta, boniato de

playa, frijol de playa y guano de costa). También fueron utilizados el vomitel, la palma de Santa Lucía, el hicaco y el arroz de playa. Se coincide con Rojas (comunicación personal) que aunque el arroz de playa tiene un comportamiento fuertemente invasor detiene el desarrollo de otro grupo de gramíneas que rápidamente colonizan la arena inhabilitando la funcionabilidad dunar.

Se valora además que aunque por modelo comparativo fue utilizada la duna del sector Patriarca existen especies en ese sector que son afectaciones potenciales con las que especialistas del CSAM han tomado medidas y existen controles para impedir que proliferen como ocurre con *Casuarina equisetifolia* y *Cocos nucifera*.

En la observación del estado de crecimiento se observan los datos que aparecen en la tabla 5. Según la fecha de recuperación inicial del área, (diciembre 2017) y observaciones (abril, mayo junio 2018) el desarrollo de las especies típicas se ha valorado de bien a criterio de la autora.

Tabla 5. Observaciones del estado general de especies seleccionadas en el sector.

Es pe cie	Desarrol lo vegetati vo	Presencia de flores	Presencia de Frutos	Evaluación gener al
<i>Ipomoea pes- caprae</i>	Numerosa cantidad de nudos y entrenudos	No	No	Esta especie se encuentra en buen estado, con una buena proliferación
<i>Paspalum vaginatum</i>	La macollas con buen desarrollo.	No	No	Se presenta de manera abundante
<i>Cenchrus tribuloide s L</i>	Bien establecidas	No	Si	Se presenta de manera abundante
<i>Coccolob a uvifera</i>	Plantas jóvenes sin presencia de hojas	No	No	Pocas plantas

Para la obtención del estado de la recuperación en las 16 parcelas establecidas se obtuvo los datos que aparecen en la tabla 6 relacionada con la cantidad de plantas por especie y % de calveros. Simbología" TR (*Thrinax radiata*), PV (*Paspalum vaginatum*), CM (*Canavalia maritima*), IPC. (*Ipomoea pes – caprae*), CU (*Coccoloba uvifera*).

Tabla 6.- Resultados de cantidad de especies % de cubrimiento y calveros.

PARCELAS	ESPECIES	CANTIDAD DE PLANTAS	%	CALVERO %
1	TR	1	45	35
	PV	2	10	
	CM	2	10	
2	CM	8	40	20
	IPC	8	40	
3	IPC	7	35	45
	PV	3	20	
4	CM	5	25	45
	IPC	6	30	
5	IPC	7	45	25
	PV	4	35	
6	PV	5	30	55
	CM	2	10	
	CU	1	5	
7	IPC	8	55	45
8	IPC	7	35	45
	PV	3	20	
9	IPC	7	40	30
	CM	4	20	
	PV	3	10	
10	CU	1	10	70
	PV	4	20	
11	IPC	5	35	35
	CM	6	30	
12	IPC	7	45	20
	PV	4	35	
13	CU	1	5	60
	PV	5	25	
	IPC	3	10	
14	CM	5	25	45
	IPC	6	30	
15	PV	5	30	55
	CM	2	10	
	CU	1	5	
16	IPC	7	40	35
	CM	4	20	
	PV	3	10	

Teniendo en cuenta que por parcelas de las especies rastreras debían situarse 5 estacas, 1 especie arbórea cada 2 m² y 1 palma cada tres

m², según Fajardo y Rojas (2016), se obtuvo el gráfico 15, que muestra el comportamiento de las especies y las que sobrevivieron en relación con las cantidades que debían establecerse.



Figura 15. supervivencia de las especies presentes en el sector cuatro Kawama a partir de acciones para la recuperación. Elaboración propia.

Al observar la tabla 6 en la parcela 10 se presenta un ejemplar de *Coccoloba uvifera* y cuatro de *Paspalum vaginatum*. En esta parcela se define por observación de la autora y comparando con lo planteado por Fajardo y Rojas (2016), que el calvero es de 70% el área de cubrimiento es bajo y las plantas con poco desarrollo.

En la parcela 2 al determinar su área de cubrimiento se define que *Ipomoea pes – caprae* y *Canavalia maritima* se han desarrollado según lo esperado por los especialistas Fajardo y Rojas, mostrándose solo el 20% de calvero como se aprecia en la figura 16, que avala el establecimiento de estas especie que están entre la de mayores valores en la supervivencia con un 96 % para *Ipomoea*.

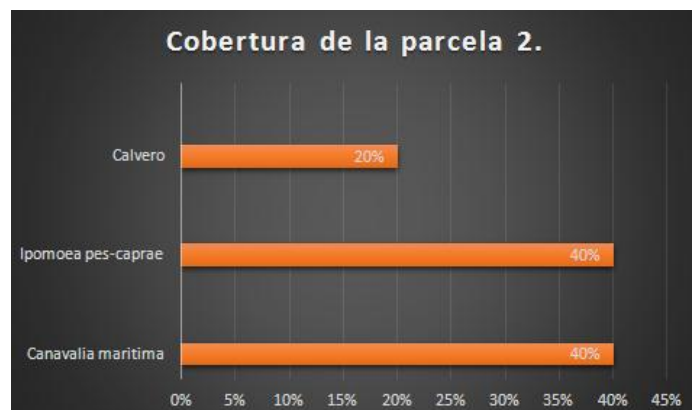


Figura 16. Cubrimiento de especies y calvero.

En las visitas para la comprobación de los resultados se ha apreciado además que las especies plantadas en el tramo de restauración perteneciente a la playa del Hotel Kawama Varadero Península de Hicacos, se encuentran en un buen estado fitosanitario. Algunas poseen gran número de hojas y no hay presencia de flores ni frutos. Todas las especies han presentado un desarrollo favorable luego de la siembra o plantación, adaptándose positivamente al área en restauración. El área tiene un buen porcentaje de cobertura vegetal, teniendo en cuenta la edad de la plantación que es joven y el tiempo desde el comienzo de la reforestación que es corto (7 meses). Las especies predominantes son: *Ipomoea pes-caprae*, y *Canavalia maritima* teniendo ambas un mayor número de plantas establecidas en el área.

Se realizó además medición de la longitud de los tallos de tres especies seleccionadas lo que concuerda con el cubrimiento de las parcelas y el % de calveros presentes en los muestreos. Se presentan en las tablas 7, 8 y 9, el crecimiento de las especies *Ipomoea pes-caprae*, *canavalia maritima* y *Coccoloba uvifera*.

Ipomoea pes caprae: Se presenta en el área con tallos fibrosos que enraízan en cada uno de sus entrenudos, raíces principales de 8-9 cm de longitud sin presencia de flores ni frutos. El número de hojas promedio por tallo es de 75 cm y la longitud de tallo promedio es de 0,99 m. Tabla 7

Tabla 7 *Ipomoea pes-caprae*. Datos de su crecimiento (longitud y número de hojas).

Ipomoea pes-caprae

Mediciones de tallos (m)	Numero de hojas por tallo
0,30	29
0,43	36
1,50	105
2,00	150
1,30	96
0,45	38
PROMEDIO:	
0,99	75

Canavalia maritima: Se presenta en el área con tallos semileñosos hojas compuestas trifoliadas sin presencia de flores ni frutos. Se comporta como trepadora.

Tabla 8.- *Canavalia maritima*. Datos de su crecimiento (longitud y número de hojas).

Canavalia maritima

Longitud de los tallos (m)	Numero de hojas por tallo
1.30	40
1.35	36
1.39	37
1.45	43
1.50	40
1.39	36
PROMEDIO:	
1.45	38

Coccoloba uvifera: Se presenta en el área con tallos leñosos, es casi nula la aparición de hojas. Tuvo muy poco desarrollo y hubo pérdida de las hojas por tallo según las características de las especies plantadas obtenidas del vivero de Arentur.

Tabla 9- *Coccoloba uvifera*. Datos de su crecimiento (longitud y número de hojas).

Coccoloba uvifera

Mediciones de troncos (m)	Numero de hojas por tronco
1.50	0
1.35	0
1.45	3
1.49	0
1.52	0
1.48	5
PROMEDIO:	
1.47	4

IV.6.- Análisis de la recuperación de la duna del sector Kawama y acciones para su mantenimiento.

Para la recuperación del sector Kawama los especialistas del CSAM han realizado acciones para el monitoreo de los resultados obtenidos, han capacitado estudiantes y especialistas de otras entidades con las que existen convenio y han considerado que los resultados son positivos ya que se han cumplido las propuestas. En la figura 17 aparecen especialistas y estudiantes en visita al sector Kawama en observaciones, superación y revegetación de la duna.



Figura 17. Capacitación, observación y revegetación de área restaurada del sector Kawama. Fotos Ainel González. Mayo 2018.

Se ha apreciado además por la autora que la restauración ha logrado que la duna paulatinamente haya recuperado su funcionalidad pues en los lugares donde el % de calveros es más bajo, no se detectan arrastres de la arena hacia los bordes y se ha mantenido también la infraestructura de las bandas de separación de duna y postduna, así

como un mayor cubrimiento por el desarrollo de las plantas utilizadas en la restauración. Figura 18.



Figura 18.- (Izquierda). Inicio de la restauración. (Centro y derecha) Establecimiento de especies seleccionadas. Foto María Ofelia Quiñones De la Cruz. 2018.

V.6.1.- Divulgación del estado de la vegetación y flora dunar.

Para la divulgación de la importancia de la vegetación dunar y su estado fueron realizadas acciones de capacitación de obreros y personal de trabajo encargado del mantenimiento y saneamiento de la duna en el área seleccionada.

Se coincide con la bibliografía (Proyectos de restauración dunar en la Península de Hicacos, 2017), que luego del proceso de reconstrucción y reforestación de la duna, es imprescindible llevar a cabo acciones de mantenimiento de la misma para el adecuado desarrollo y establecimiento de las especies recién plantadas o sembradas como son:

- El mantenimiento de la limpieza del área
- Velar por el cuidado de las pasarelas.
- Situar carteles de información para los bañistas
- Mantener el área libre de plantas invasoras

Para las actividades están destinados un grupo de obreros que se encargan de dar cumplimiento a las acciones y tareas de primer orden. Estos obreros tienen como denominador común el deseo de que el

área otorgada esté en óptimas condiciones y las plantas presentes desarrollándose de manera favorable.

Para contribuir con las labores de mantenimiento, se hacía necesario que los obreros no solo se limitaran a cuidar y mantener el área sino que tuviesen una capacitación que les permitiera profundizar en el papel que juega el sistema dunar para Cuba en el mantenimiento de la calidad de las playas y la importancia de su cuidado y protección, así como de las especies típicas que la conforman.

En los encuentros de capacitación que se destinaron para el personal de trabajo se trataron aspectos esenciales como concepto de duna, importancia, especies típicas de las dunas costeras. Figura 19.



Figura 19. Autora de la tesis explicando al jefe de brigada la importancia de la recuperación de la duna y su papel.

IV.6.2.-Valoración social y medioambiental.

La valoración social y medio – ambiental se sustenta en los criterios medioambientalistas emanados mundialmente, entre ellos el Convenio de Diversidad Biológica,(CDB), (2018) y CNUMAD, (2018) vinculados con la importancia de la conservación de los sistemas de vegetación entre ellos los costeros que están amenazados y se refuerza que las

acciones que se realicen para su recuperación son esenciales. Ha sido reconocida por los especialistas del Centro de Servicios Ambientales (CSAM), la validez de las acciones de apoyo a la recuperación dunar como parte del convenio entre instituciones y entidades que laboran vinculadas a esas tareas recuperativas como son el CSAM-JBM. Los problemas detectados vinculados a la depauperación de las zonas costeras desde el siglo pasado y las acciones educativas ambientalistas (Proyecto Adopta un árbol y salva la duna 2017) y los Proyectos de Conservación del JBM, permiten afirmar que la participación ciudadana, en la reducción de los impactos negativos, así como de instituciones de gobierno resultan de gran valor para que a mediano y corto plazo las dunas de la Península de Hicacos sean consideradas entre las mejores de la República de Cuba. Las actividades divulgativas hacia la integración para minimizar los impactos son acciones que aparecen plasmadas en el Proyecto Tarea Vida, donde la socialización con la participación de todos los implicados juega el rol decisivo en los resultados que son compromisos gubernamentales.

6. Conclusiones

En la cobertura vegetal típica de la duna en el sector Patriarca fueron identificadas 18 especies de 15 familias botánicas que indican la existencia de representantes predominantes de ese tipo de vegetación entre ellas *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia maritima*, *Sesuvium portulacastrum* y *Paspalum distachyon*.

La caracterización de la morfología y la anatomía de especies colectadas en el área seleccionada (entre ellas *Ipomoea pes-caprae* y *Canavalia maritima*) así como la determinación taxonómica, creación de herbarios y folleto anexo de especies de vegetación de dunas contribuyen a la elevación de los conocimientos acerca de esa formación vegetal.

Al comprobar el estado de la cobertura vegetal dunar en el área seleccionada para la recuperación del sector Kawama de la Península de Hicacos, se destaca que se mantienen las características básicas y elevado % de calveros en cuatro de las 16 parcelas. Las especies herbáceas típicas mostraron alto % de supervivencia en relación con los ejemplares leñosos, que después de siete meses de plantados no dieron indicios de desarrollo foliar.

Las acciones desarrolladas como contribución al establecimiento del diseño de revegetación del sector Kawama, la participación estudiantil, obreros y capacitación impartida facilitarán los avances en el sector e impedirán que las especies invasoras colonicen nuevamente la zona.

7. Recomendaciones:

Continuar el Incremento de la cobertura del área del Sector Kawama con otras especies típicas.

Repoblar con las especies utilizadas en el área que evidenciaron un bajo % de supervivencia o poco desarrollo durante la etapa de muestreo.

Mantener las áreas de la cobertura dunar del Hotel Patriarca y el Sector Kawama libre de plantas invasoras y desechos variados con la sistematicidad de su atención cultural.

8. Bibliografía:

Acevedo-Rodríguez, P. and Strong, T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Series Publications of the Smithsonian Institution. Washington D.C.

Alain, 1957. Flora de Cuba 4. Dicotiledóneas: Melastomataceae a Plantaginaceae. Contrib. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio "De La Salle", 16. 556 pp.

Barbour, MG 1978. Salt spray as a microenvironmental factor in the distribution of beach plants at Point Reyes, California. *Oecologia*, 32, 213-224.

Barbour, M.G., DeJong TM and Pavlik BM (1985). Marine beach and dune plant communities. In: Physiological ecology of North American plant communities. BF Chabot and HA Mooney (eds). Chapman and Hall, New York.

Bota, S. 2006. Botánica. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 346 p

Capote, R. y R. Berazaín. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac.* 5 (2): 27 - 75.

Carter, R.W.G. 1988. Coastal Environments. An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines. Academic Press.

Carter, R.W.G. 1990. The geomorphology of coastal dunes in Ireland. En: Bakker, Th.W., Jungerious, P.D. y Klijn, J.A. (eds), Dunes of European coasts; geomorphology-hydrology-soils. *Catena Supplement*, 18: 31-40.

Carter, R.W.G. 1991. Near future sea level impacts on coastal dunes landscapes. *Landscape Ecology*, 6 1/2, 29-39.

Carter, R.W.G. 1995. Coastal environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. 5th ed. Academic press, London.

Catasús Guerra, L. 2012 Flora de la República de Cuba Gramineae I Fascículo 17 A Tomo I texto Pág. 96-98.

Catasús Guerra, L. 2012 Flora de la República de Cuba Gramineae IFascículo 17 A Tomo II Láminas Pág. 100-101 lámina 59.

Claro Valdés, A. 1985. Conferencias de biogeografía. Universidad de la Habana. Facultad de Geografía. Ciudad de La Habana. 445 pp.

Claro, A. y Rodríguez, L. 1989. Estudio Florístico de la Vegetación Xerofítica del Norte de Matanzas. Rev. Jard. Bot. Nac. 10(2): 129-145.

Clark, J.S. 1986. Coastal forest tree populations in changing environment, SE Long Island, New York. Ecological Monograph, 56: 97-126.

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. CNUMAD. [en línea] julio 1992. Disponible en: <http://www.un.org/esa/forests/pdf/ipf-iff-proposalsforaction.pdf>. [Consulta: 25 de febrero 2018].

Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) Naciones Unidas. 1992. Disponible en: (<http://www.biodiv.org>). [Consulta: marzo de mayo 2018].

Cruz, R. 2008 Propuesta de indicadores de Presión, Estado, Impacto y Respuesta para contribuir al Manejo de la Playa en el Sector Los Taínos desde la perspectiva del MIZC. Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias en Manejo Integrado de Zonas Costeras. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez".

Cruz Nardo, Ricardo 2010 Reforestación de La zona costera en El Sector Punta de Hicacos Oficina de Manejo Integrado costero. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Tarea técnica.

Chiappy, C.1990. Vegetación terrestre en Estudio de los Grupos Insulares y zonas litorales del archipiélago cubano con fines turísticos (2); Cayos Mégano Grande, Cruz, Romano y Guajaba. Edit. Científico - Técnica. La Habana. 46 -49.

Davis, M.A., Grime, J.P. and K.Thompson, 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* 88: 528–534

Decreto-Ley No. 212. 2000. Gestión de la Zona Costera. Gaceta Oficial de la República de Cuba.

Ellenberg, I 1966. *Leben and Kampf an den Bamgrenzen der Erde.*Naturwissenschaftliche Rundschau 19 (4) pp 133-139(Stuttgart.)

Enríquez Rodríguez, A. (2000) *Flora y Vegetación de la Reserva Ecológica Varahicacos. Península De Hicacos. Varadero.* Tesis en opción al Grado científico de Máster en Ciencias especialidad Botánica.

Esau, K. 1982. Anatomía de las plantas con semillas. Editorial Paraninfo. Hemisferio Sur. Argentina.

Fajardo, D. y Rojas, Y., 2016. Proyecto de Restauración de vegetación de duna y postduna en el sector 4, Varadero. Documento de trabajo. 17 p.

Gallego Fernández, J.B.,Muñoz Vallés, S. Dellafiore, C. 2006. Flora y Vegetación de la Flecha litoral de Nueva Umbría, Lepe-Huelva.Ayuntamiento de Lepe, 134 pp.

García Mora, M.R., J.B.Gallego Fernández, y F.García Novo. 1999. Plant functional types in relation to foredune dynamics and the main coastal stresses. *Journal of Vegetation Science* 10: 27-34.

García Mora, M.R., J.B. Gallego Fernández, y F. García Novo. 2000. Plant diversity as a suitable tool for coastal dune monitoring. *Journal of Coastal Research* 16:990-995.

García Mora, M.R., J.B. Gallego Fernández, A.T. Williams, y F. García Novo. 2001. A coastal dune vulnerability classification: SW Iberian Peninsula case study. *Journal of Coastal Research* 17:802-811.

González-Torres L.R. 2008. Nueva planta invasora en Cuba BISSEA JBN
Hernández, A., Pérez, J. Borsh, D. Castro, N. 2015. Clasificación de los Suelos de Cuba. Ediciones INCA. Cuba 93 p.

Hesp, P.A. 1990. A review of biological and geomorphological processes involved in the initiation and development of incipient foredunes. *Proc. R. Soc. Edin B-BI* :96 181-202.

Hesp, P.A. 1991. Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes. *Journal of Arid Environment* 21 (2): 165-191.

Kumler, M.L. 1997. Critical environmental factors in dry coastal ecosystems. In: van der Maarel, E. (ed.) *Dry coastal ecosystems. General aspects*, pp. 387-409. Elsevier, Amsterdam.

León y Alain. 1951. Flora de Cuba 2. Dicotiledóneas: Casuarinaceae a Meliaceae. *Contrib. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio "De La Salle"*, 10. 455 pp.

Ley no. 81 del Medio Ambiente, 1998. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. Edición extraordinaria, la habana, 11 de julio de 1997, Año XCV. Número 7. Página 47.

Ley no. 85. Ley Forestal. 1998. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. Edición extraordinaria, la habana, 11 de julio de 1997, Año XCV.

Mack, M.C. & D' Antonio, C.M. (1998). Impacts of biological invasions on disturbance regimes. *Trends in Ecology and Evolution* 3: 195–198.

Maun, M.A. 1998. Adaptations of plants to burial in coastal sand dunes. Canadian Journal of Botany 76: 713-738.

Moreno-Casasola, P. 1996. Sand movement as a factor in the distribution of plant communities in a coastal dune system. Vegetatio 65: 67-76.

Noa, A., I. Castañeda y J. Matos 2001 Flora y Vegetación de Cayo Santa María (Archipiélago sabana- Camagüey) Rev. JBN Vol. XXII 1 Pág. 67-84. (pág. 75 aparece veg. De costa arenosa)

Orians, G.H. 1980. Diversidad, estabilidad y madurez en ecosistemas naturales. Páginas 174-189, en W.H. van Dobben, y R.H. Lowe-McConnell, editores. Conceptos unificadores en Ecología. Blume, Barcelona.

Oviedo, R. 2012. Recopilación preliminar de las especies invasoras en la República de Cuba. Documento de trabajo. La Habana. Material impreso.

Oviedo, R.; González, L.; Regalado, L.; Hechavarría, P.; Herrera, J. A. y Hernández, M.A.; Brull, G. 2012. Protocolo para la detección y manejo de plantas invasoras o potencialmente invasoras en áreas naturales y seminaturales de Cuba (NE 1). El Boletín sobre Conservación de plantas del Jardín Botánico Nacional de Cuba 97-112.

Packham, J.R. y Willis, A.J. 1997. Ecology of dunes, salt marsh and shingle. Chapman & Hall, Londres, 235 pp.

Pérez, Y. 2008. Diagnóstico Ambiental de los paisajes de la Península de Hicacos, Matanzas, Cuba. Trabajo de Diploma, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana.

Proyecto para la Restauración de Sistemas Dunares. 2008. INVENTARIO DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN ESPAÑA PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN. 2008.

Randall, R.E. & Scott, G.A.M. 1997. Communities of sand and shingle beaches. In: van der Maarel, E. (ed.) Dry coastal ecosystems. General aspects, pp. 263-274. Elsevier, Amsterdam.

Regalado, L., L. González, I. Fuentes y R. Oviedo LAS PLANTAS INVASORAS. INTRODUCCIÓN A LOS CONCEPTOS BÁSICOS Bissea 6 (NE 1) - Febrero 2012

Robledo, L., y Enríquez, A. 2017. Folleto de Prácticas de Laboratorio. Edit. Universidad de Matanzas. 38 p.

Robledo, L. Enríquez, A. 2017. Atlas de Histología Vegetal. Edit. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba. 17 p.

Robledo, L., Enríquez, A., González, A. y Cruz, R. 2017. Flora de Matanzas.

Libro en ejecución. Sne.

Roig y Mesa, J. T. 1965 Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos. 3^{era} Edición. Consejo Nacional de Universidades. La Habana.

Rojas, Y., Fajardo, D. 2017. Restauración de la vegetación de dunas costeras. Club Karey. Varadero. Documento de trabajo. 13 p.

Rozema JP, Bijwaard G., Prast G. and Broekman R. (1985). Ecophysiological adaptations of coastal halophytes from foredunes and salt marshes. *Vegetatio*, 62, 499-521.

Samek Véroslav 1972. Elementos de Silvicultura de los Bosques latifolios. Edit. Ciencia y Técnica. Instituto Cubano del Libro Pág. 232-235.

Samek, Véroslav. 1973. Vegetación litoral de la costa norte de la provincial de la Habana. Serie Forestal No. 18. 85 pág.

Sherman, D.J. y Bauer, B.O. 1993. Dynamics of beach dune systems. *Progress in Physical Geography* 17:413-447.

Tsoar, H. 2001. Types of Aeolian Sand Dunes and Their Formation. En N.J. Balmforth, A. Provenzale (eds.) *Geomorphological Fluid Mechanics*, 582. pp.403-429. Springer, Berlín.

van der Meulen, F. and A.H.P.M. Salman, 1996. Management of Mediterranean coastal dunes. *Ocean & Coastal Management* 30:177-195.

van der Maarel, E. 1997. Dry coastal ecosystems: scope and historical significance. En: Goodall, D.W. y Van Der Maarel, E. (eds.), *Ecosystems of the world: Dry coastal ecosystems*. Elsevier, 2a: 1-6.


ANEXO 1

Especies herborizadas y colectadas: características fundamentales, taxonomía e importancia económica.

1- *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. (*Convolvulus pes-caprae*) Boniato de playa:

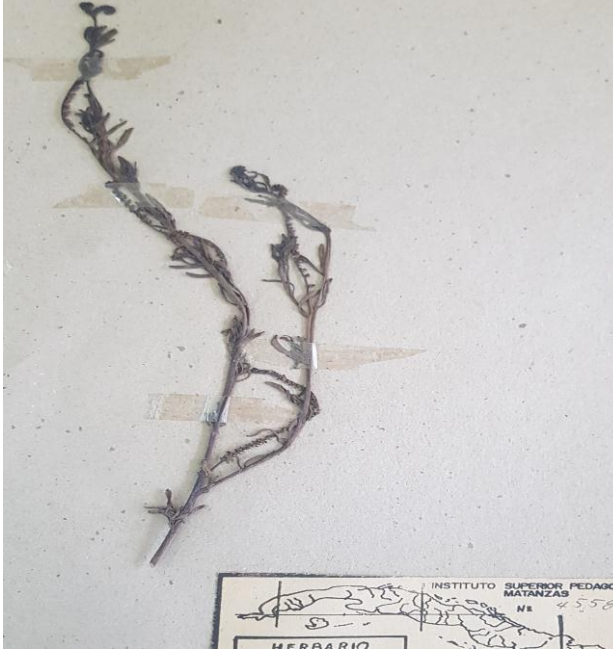
Raíz pivotante, tallo herbáceo estolonífero, rastrero, hojas simples, penninervias, suborbiculares, acorazonadas, alternas, enteras flor solitaria embudada, actinomorfa, hermafrodita, ovario súpero, fruto en cápsula ovoide dehiscente.

Perenne, lampiña, carnosa, tallos postrados, rastreros de hasta 20m o más, hojas suborbiculares de 6-10cm, comúnmente emarginadas en el ápice redondeadas o acorazonadas en la base, pedúnculos gruesos 1-plurifloros, pedicelos más delgados sépalos lampiños ovales o suborbiculares de 1cm, obtusos, corola purpúrea de 4-5 cm, cápsula ovoide o globoso ovoide de 1.5cm, semillas pubescentes. Se encuentra distribuida en costas de toda Cuba y los trópicos, es usada contra dolores artríticos, dolores intestinales, y combate la presión arterial (Alain, 1957).

<p>Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Magnoliatae Subclase: Asteridae Orden: Solanales Familia: <i>Convolvulaceae</i> Género: <i>Ipomoea</i> Especie: <i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.</p>	
<p>Taxonomía</p>	<p><i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.</p>


2-*Heliotropium curassavicum* L:

Alacrancillo de playa, anual o perenne de vida corta, suculenta lampiña, tallo postrado, o decumbente de 1-3 dm, ramas ascendentes, hojas estrechas anchamente oblanceoladas de 2-4 cm carnosas a menudo algo glaucas. Flores en espigas 4 escorpionadas, simples o geminadas de 1-10 cm. Cáliz 1,5-2 mm sentado o casi lobuloso anchamente cuneados o triangular aovado. Corola blanca de 2-3 mm lóbulos de 1mm, tubo más corto que el cáliz, fruto algo 4-lobulado, epicarpio algo carnoso y arrugado al secar, estigma sentado disco ancho, clusas 4,oblongas de 2-2,5 mm.

<p>Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Magnoliatae Subclase: Asteridae Orden: Lamiales Familia: <i>Boraginaceae</i> Género: <i>Heliotropium</i> Especie: <i>Heliotropium curassavicum</i> L.</p>	
<p>Taxonomía</p>	<p><i>Heliotropium curassavicum</i> L.</p>


3-*Bidens pilosa* L. (Romerillo):

Raíz pivotante, tallo herbáceo, hojas compuestas trifoliadas, imparipinnadas. Hierba anual erguida, ramosa de 0,3 -1,8 m, tallo tetrágono glabrescente o peloso, hojas membranosas, ciliadas, aserradas, subglabras o pelositas capítulos discoideos o a veces algo radiados de 7-8 mm de diámetro, en el antecio pedúnculo de 1-9cm, brácteas involucrales 7-9 lineales o lineales espatuladas, ciliadas de 4-5 mm flores radiadas de 2-3 mm blancas o amarillentas, aquenios lineares, tuberculados estriados en el ápice, aristados. Tiene un gran valor medicinal, por tener propiedades anticatarrales.

<p><u>Taxonomía:</u> Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Magnoliatae Subclase: Asteridae Orden: Asterales Familia: <i>Asteraceae</i> Género: <i>Bidens</i> Especie: <i>Bidens pilosa</i> L.</p>	 <p>Herbario "Hermano León" Jardín Botánico de Matanzas</p>
<p>Taxonomía</p>	<p><i>Bidens pilosa</i> L.</p>


4-*Uniola paniculata* L. (Arroz de costa):

Robusta de hasta 2 m de alto panojas alargadas de espiguillas planas y ovals de 1,5-2,5 cm, lemas de 1 cm. La encontramos en todas las costas de Cuba y su uso fundamental radica en su valor ornamental o como adorno.

<p>Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Liliatae Subclase: Commelinidae Orden: Cyperales Familia: Poaceae Género: Uniola Familia: <i>Uniola paniculata</i> L.</p>	
<p>Taxonomía</p>	<p><i>Uniola paniculata</i> L.</p>


5-*Canavalia maritima* (Aubl.) Thouars (*Frijol de playa*)

Planta mayormente postrada. Peciolos casi tan largos como los foliolos estos algo carnosos aovados a ovals u orbiculares de 5-8 cm obtusos o redondeados a veces apiculados. Pedúnculos gruesos algo más largos que las hojas. Cáliz acampanado, el labio superior ancho y emarginado casi tan largo como el tubo, el inferior 3-lobulado, los lobulillos triangulares, obtusos. Corola rosada, el estandarte de 1-1,5 cm, legumbre lineal – oblonga de 7-15 cm y 2-2,5 de ancho, jaspeadas de moreno y amarillo.

<p>Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Magnoliatae Subclase: Rosidae Orden: Fabales Familia: <i>Fabaceae</i> Género: <i>Canavalia</i> Especie: <i>Canavalia maritima maritima</i> (Aubl.) Thouars</p>	
<p>Taxonomía</p>	<p><i>Canavalia maritima maritima</i> (Aubl.) Thouars</p>


6-Cenchrus tribuloides L. :

Anual muy hojoso de 20-70 cm arraigando en los nudos, los extremos ascendentes o vainas aquilladas la de las espigas hinchadas, espigas numerosas de menos de 10 cm, guizazos de 8-9 mm comúnmente muy vellosos, espigas finalmente extendidas, las inferiores cortas y delgadas, algunas de las superiores de 5-8 mm vellosas espiguillas de 7-8 mm. Distribuidas en todos los arenales.

Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Liliatae Subclase: Commelinidae Orden: Cyperales Familia: <i>Poaceae</i> Género: <i>Cenchrus</i> Especie: <i>Cenchrus tribuloides</i> L.	
Taxonomía:	<i>Cenchrus tribuloides</i> L.

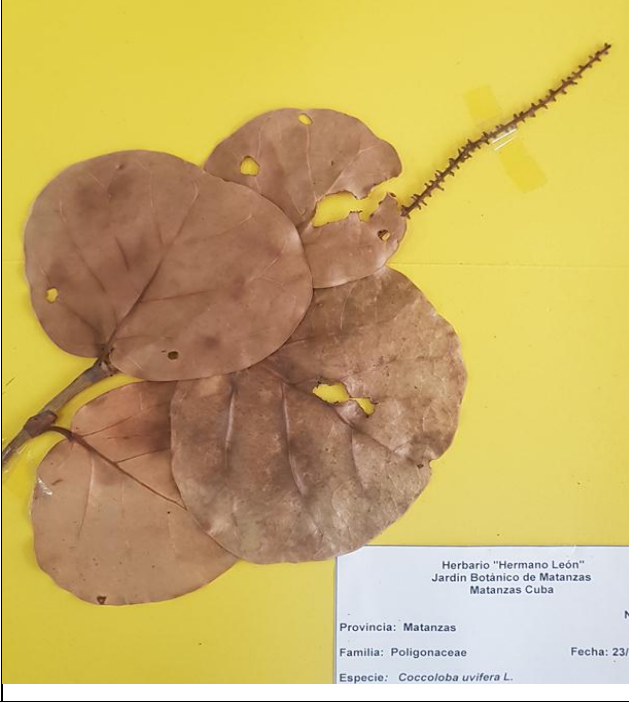
7-Croton punctatus Jaqc..:

Arbusto de hasta 1.5 m ,hojas elípticas a ovadas u oblongas de 1.5 cm redondeadas a obtusas en el ápice , redondeadas en la base , densamente y finamente estrellado-pubescentes en ambas caras, los pelitos a menudo pardos ,flores monoicas o dioicas, racimos femeninos de 1-2 cm, pétalos ausentes o rudimentarios estambres 12, racimos masculinos de 1 cm, cápsula globosa de 5-8 mm, semillas 6 mm negruzcas.

Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Magnoliatae Subclase: Rosidae Orden: Euphorbiales Familia: <i>Euphorbiaceae</i> Género: <i>Croton</i> Especie: <i>Croton punctatus</i> Jaqc.	
Taxonomía	<i>Croton punctatus</i> Jaqc.


8. *Coccoloba uvifera* L. (*Uva caleta*):

Árbol o arbusto de raíz pivotante tallo leñoso de gran dureza, las hojas alternas simples palminervias, redondeadas, presencia de estípulas que unen el tallo y las hojas inflorescencia en racimo, flores bisexuales, pétalos ausentes ovario súpero, 5-9 estambres, fruto drupa. Sus frutos son comestibles y sus hojas son medicinales, son utilizadas contra la amigdalitis y las enfermedades de la piel en infusiones, su tallo posee valor ornamental, pues naturalmente adopta formas muy llamativas y es utilizado para adornar jardines.

<p>Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Magnoliatae Subclase: Caryophyllidae Orden: Poligonales Familia: <i>Poligonaceae</i> Género: <i>Coccoloba</i> Especie: <i>Coccoloba uvifera</i> L.</p>	 <p>Herbario "Hermano León" Jardín Botánico de Matanzas Matanzas Cuba</p> <p>Provincia: Matanzas Familia: Poligonaceae Especie: <i>Coccoloba uvifera</i> L.</p>
<p>Taxonomía:</p>	<p><i>Coccoloba uvifera</i> L.</p>

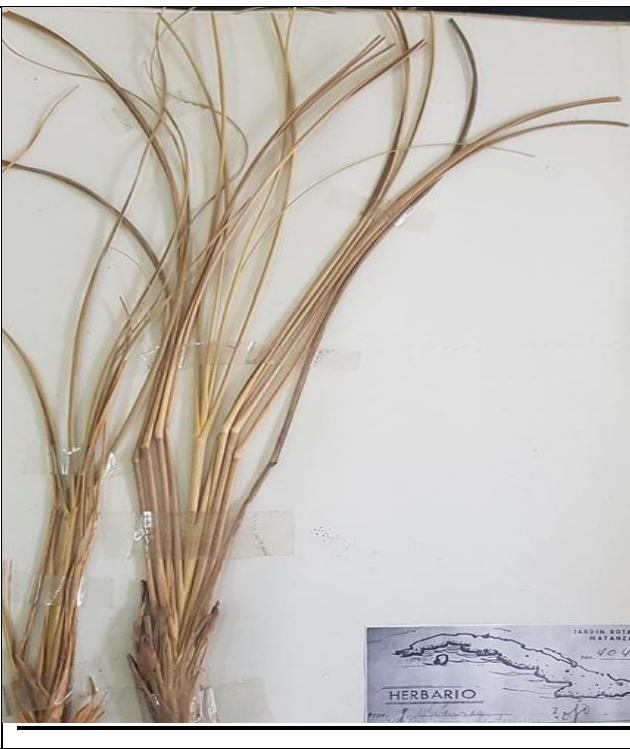
9.-*Suriana maritima* L. (*Cuabilla de costa*):

Arbusto de 2 m o menos, ramas, inflorescencias y hojas pubescentes. Hojas lineal-espátuladas, de 1-4 cm y 2-6 mm de ancho, sentadas carnosas, obtusas, brácteas agudas. Flores en racimos axilares, cortos, sépalos lanceolados, acuminados, pétalos, obovados, amarillos 7-9 mm cuneados cerca del ápice, frutos de 8-10 mm de ancho, carpelos semejantes a aquenios de 4-5 mm negros y cubiertos de pelos blancos, su corteza y hojas suelen usarse contra afecciones reumáticas y para curar las llagas.

Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Magnoliatae Subclase: Rosidae Orden: Sapindales Familia: <i>Simarubaceae</i> Género: <i>Suriana</i> Especie: <i>Suriana maritima</i>	
Taxonomía	<i>Suriana maritima</i> L.

10.- *Paspalum distachyon* Poit. ex Trin.

Hierba perenne de 6-100 cm de alto rizomatosa y estolonífera. Culmos delgados, firmes erectos o decumbentes ascendentes glabros frecuentemente con 2-3 vástagos en cada nudo. Hojas generalmente con vaina más larga que el entrenudo, con pelos en ambos lados del ápice, lígula membranácea de casi 0,3 mm de largo, lámina mayormente erecta plana o involuta de 6-15 cm por 1-4 mm, glabra. Racimos 2(-3), alternos o subconjugados erectos de 1,2-8 cm de largo, raquis trígono cortamente desnudo en la base pelosa o glabra. Espículas solitarias, aplicadas, cortamente pediceladas, estrechamente fusiformes, acuminadas de 2,8-3,5 por casi 1,2 mm glabras. Gluma inferior nula, la superior 3-5 nervia. Antecio superior endurecido. Sirve como indicadora de la salinidad del suelo en las regiones interiores (Roig 1965).

<p>Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Liliatae Subclase: Commelinidae Orden: Cyperales Familia: <i>Poaceae</i> Género: <i>Paspalum</i> Especie: <i>Paspalum distachyon</i> Poit. ex Trin.</p>	
<p>Taxonomía</p>	<p><i>Paspalum distachyon</i> Poit. ex Trin.</p>

11-*Euphorbia mesembryanthemifolia* Jaqc.:


Tallo suculento con presencia de látex ,hojas simples, opuestas, flores masculinas con gran número de estambres, y las femeninas con el ovario bipartido. Flores simplificadas reunidas en un singular pseudanto, llamado ciatio, frutos en cápsula tricoca. La presencia de látex de esta familia presenta utilidad en la industria en la producción del caucho.

<p>Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Magnoliatae Subclase: Rosidae Orden: Euphorbiales Familia: <i>Euphorbiaceae</i> Género: <i>Euphorbia</i> Especie: <i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jaqc.</p>	
--	--

Taxonomía	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jaqc.
-----------	--

12- *Sesuvium portulacastrum* (L.) L. (Verdolaga de playa):


Hierba carnosa perenne, tallos ramificados a veces muy alargados y arraigado. Hojas oblongas a lineales u oblanceoladas de 2-6 cm, agudas en la base. Flores solitarias, en la axila de las hojas pediceladas, lóbulos del cáliz lanceolado, carnosos de 5,5-7 mm en forma de capucha purpúreos por dentro, apendiculados dorsalmente. Estambres numerosos, cápsula cónica de 9-11 mm. Semillas negras lustrosas. Según Gómez de la Maza, esta planta es emoliente, atemperante, y corroborante y las semillas antihelmínticas.

Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Magnoliatae Subclase: Caryophyllidae Orden: Caryophyllales Familia: <i>Aizoaceae</i> Género: <i>Sesuvium</i> Especie: <i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	
Taxonomía	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.

13- *Tribulus cistoides*:

Hierba perenne, de raíces espesas, leñosas de tallo ramoso, rastrero de hasta 1 mm, pubescente cuando joven. Hojas de 1-5 cm, foliolos de 6-8 pares oblicuamente oblongos o elípticos, agudos u obtusos y mucronados de 4-22

mm sedoso-pubescentes en el envés, estípulas subuladas de 5-8 mm, pedúnculos más o menos del largo de los pétalos, estos amarillos de unos 20 cm carpelos pelosos o tuberculados cada uno con dos robustas espinas divergentes y a veces varias más pequeñas. Sus hojas pulverizadas se emplean en cataplasmas, las raíces son estomáquicas y diuréticas. El ganado come las hojas de estas especies.

<p>Reino: Plantae División: Spermatophyta Subdivisión: Magnoliophytina Clase: Magnoliatae Subclase: Rosidae Orden: <i>Sapindales</i> Familia: <i>Zygophyllaceae</i> Género: <i>Tribulus</i> Especie: <i>Tribulus cistoides</i> L.</p>	
<p>Taxonomía</p>	<p><i>Tribulus cistoides</i> L.</p>