

Análisis de la composición y estructura del bosque secundario en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Ostional, Guanacaste, con miras a su restauración

Structure and composition of a secondary forest in the Ostional National Wildlife Refuge, Guanacaste, Costa Rica

Laura Brenes-Chaves¹ • Ana Lucía Méndez-Carín² • Henry Sánchez-Toruño² • William Montero-Flores³ • Ana Isabel Barquero-Elizondo² • Luis Gustavo Hernández-Sánchez²

Abstract

During the decades of the 60's and 70's there was a period of forest cover loss that affected Guanacaste province, causing a degradation of the coastal forest, which is an unique ecosystem due to the species ability to adapt to abiotic conditions. The above, negatively impacted sea turtles, which have suffered an imbalance between the number of males and females, due to the increase of sand temperature associated to the loss of forest cover. This situation motivated the Ostional National Wildlife Refuge (RNVSO) to create a coastal biological corridor, for which they need to know the structure and composition of this forest in order to propose species to be used in the restoration of this degraded sites. In this study, four permanent sampling plots (PSP of 2 400 m² were installed, where the variables diameter, scientific name, and vertical structure conditions were evaluated. A total of 353 individuals/ha were found, belonging to 36 species and 17 botanical families, with a basal area of 27,24 m²/ha. The most representative families were Malvaceae (27,58% IVI), Rubiaceae (18,38% IVI) and Anacardiaceae (12,52% IVI); while the most dominant and abundant species were *Pachira quinata* (45,63%), *Callycophyllum candidissimum* (15,11%) and *Spondias mombin* (12,28%). When compared with other studies, similarities in diversity and composition were found with other coastal forests of the same province, being a difference in the structure with respect to non-protected forests. The coastal forests of the RNVSMO are similar in composition and structure to the dry forests, despite being in a transition zone to the humid forest, which may be associated with the unique abiotic conditions that the species face and their level of fragmentation.

Key words: Biological coastal corridor, monitoring, forest resources, coast area.

1. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, MINAE; San José, Costa Rica; laura.brenes@sinac.go.cr

2. Instituto de Investigación y Servicios Forestales de la Universidad Nacional de Costa Rica (INISEFOR-UNA); Heredia, Costa Rica; analumeca89@gmail.com, gustavo.hernandez.sanchez@una.ac.cr, henry.sanchez.toruno@una.cr, ana.barquero.elizondo@una.cr

3. Estudiante maestría Universidade Federal do Pará, Brasil, montero.william@gmail.com

Recibido: 13/03/2019

Aceptado: 03/06/2019

Publicado: 28/06/2019

DOI: [10.18845/rfmk.v16i39.4417](https://doi.org/10.18845/rfmk.v16i39.4417)

Resumen

En las décadas de los 60's y 70's, se generó una pérdida de cobertura forestal que afectó a la provincia de Guanacaste, ocasionando una degradación del bosque de costa, ecosistema único debido a la capacidad de adaptación de las especies a las condiciones abióticas. Esto impactó negativamente a las tortugas marinas, que han sufrido un desbalance entre la cantidad de machos y hembras, debido al aumento de la temperatura de la arena, a causa de la pérdida de cobertura boscosa. Esto motivó al Refugio Nacional de Vida Silvestre Ostional (RNVSO) a crear un corredor biológico costero, para el cual requieren conocer la estructura y composición de este bosque, con el fin de proponer las especies a utilizar en la restauración de estos sitios. En el presente estudio, se instalaron cuatro parcelas permanentes de muestreo (PPM) de 2 400 m², donde se evaluaron variables de diámetro, nombre científico y condiciones de estructura vertical. Se encontraron 353 individuos/ha, pertenecientes a 36 especies y 17 familias botánicas; así como un área basal 27,24 m²/ha. Las familias más representativas fueron Malvaceae (27,58 % IVI), Rubiaceae (18,38 % IVI) y Anacardiaceae (12,52 % IVI); mientras que las especies más dominantes y abundantes fueron *Pachira quinata* (45,63%), *Callycophyllum candidissimum* (15,11 %) y *Spondias mombin* (12,28 %). Al comparar con otros estudios, se encuentran similitudes en diversidad y composición con otros bosques costeros de la misma provincia, existiendo diferencia en la estructura con respecto a bosques no protegidos. Estos ecosistemas se asemejan en composición y estructura a los bosques secos, a pesar de encontrarse en una zona de vida de transición a bosque húmedo, lo que puede asociarse a las condiciones abióticas únicas que enfrentan y a su nivel de fragmentación.

Key words: Corredor biológico costero, monitoreo, recursos forestales, zona costera.

Introducción

La deforestación en los trópicos sobrepasó la registrada en la región templada a finales del siglo XIX y ha presentado una tendencia a incrementar debido al cambio de uso del suelo, reportando en el período 2000-2010 una pérdida de cobertura de siete millones de hectáreas [1]. La causa más fuerte es el incremento de terrenos agrícolas y ganaderos, especialmente asociados a la agricultura comercial a gran escala, que origina el 40% de la deforestación a nivel global y casi el 70% en América Latina [1]. Centroamérica, a

pesar de ser una región de vocación forestal, no es la excepción y la agro-explotación, aunada al desarrollo de infraestructura turística y residencial, son las principales causas de esta pérdida de cobertura [2], [3].

En Costa Rica existió una alta deforestación producto de la ampliación de la frontera agrícola durante las décadas de los sesentas y setentas del siglo XX, lo que afectó principalmente a la provincia de Guanacaste; perturbando así el ecosistema de bosque seco [4], [5]. La preocupación nacional por esta problemática, aunado al decaimiento de la actividad pecuaria, ocasionó que durante la década de los 80's el país iniciara un proceso de reforestación y de creación de áreas silvestres protegidas (ASP) para revertir la situación; de ese modo, en 1983 se establece el Refugio Nacional de Vida Silvestre Ostional (RNVSO), dada su importancia para la anidación de tortugas marinas y la protección de los ecosistemas costeros [5], [6].

El RNVSO posee 468 ha terrestres; está constituido por los primeros 200 metros desde la costa hacia tierra adentro, donde se hayan manglares y bosque costero. Este último ecosistema se caracteriza por su capacidad para adaptarse a condiciones ambientales, geomorfológicas y edáficas limitantes, que determinan la composición y estructura de la vegetación presente, ya que esta debe resistir la baja disponibilidad de agua dulce, fuertes vientos, salinidad, suelos poco profundos y baja disponibilidad de nutrientes [7], [8]. En estos ecosistemas la distribución de las especies varía de acuerdo con la cercanía a la influencia de estos factores, existiendo una diferencia entre la vegetación presente en la playa y la del interior, ya que esta es una zona de transición entre el ecosistema marino y el terrestre [8].

En el Pacífico Norte de Costa Rica, estas condiciones únicas generan que la flora presente, a pesar de encontrarse en la zona de vida bosque seco transición a húmedo [9], se asemeje más a la de los bosques secos, por lo que se considera que la mayoría de los parches remanentes de este último hábitat se encuentran a lo largo de la costa pacífica [10]. Los estudios en este tipo de ecosistemas muestran la presencia de especies como: *Pachira quinata* (W.S. Alverson), *Callycophyllum candidissimum* ((Vahl) DC.), *Hyperbaena tonduzii* (Diels), *Guazuma ulmifolia* (Lam.), *Hippomane mancinella* (L.), *Plumeria rubra* (L.) y *Cordia collococca* (L.); donde en promedio se reportan 20 especies distintas [10]-[13]. Caso contrario ocurre en bosques de la misma zona de vida, pero del interior, donde estudios registran en promedio 69 especies; siendo las más representativas: *Luehea seemannii* (Triana & Planch.), *Bravaisia integerrima* ((Spreng.) Standl.), *Attalea butyracea* ((Mutis ex L.f.) Wess. Boer), *Brosimum alicastrum* (Sw.), *Trichilia pleeana* ((A. Juss.) C. DC.) y *Quararibea asterolepis*

(Pittier) [14]. Esto concuerda con lo expuesto por [8] sobre la especialización de estos ecosistemas según su cercanía a la costa. Al respecto, [15] consignó las cinco especies más abundantes con base en el número de tallos en Palo Verde: *Allophylus occidentalis* (Sw.) Radlk.), *Astronium graveolens* (Jacq.), *Bauhinia glabra* (Jacq.) (liana), *Tabebuia ochracea* (Cham. Standl.) y *Lonchocarpus phaseolifolius* (Benth.), mientras que en Santa Rosa las más abundantes fueron *Exostema mexicanum* (A. Gray), *Hemiangium excelsum* (Kunth) A.C. Sm.), *Arrabidaea mollissima* (Kunth) Bureau & K. Schum.) (liana), *Cydista diversifolia* (Kunth) Miers) (liana) y *Bursera simaruba* (L.) Sarg.).

La particularidad de los bosques costeros, cuyas condiciones generan un hábitat con alta fragilidad, asociada a la falta de acciones tempranas en su conservación ha ocasionado una degradación del ecosistema [15], [16], que se ve influenciada directa e indirectamente por procesos antropogénicos en el uso del suelo, donde tanto la actividad agropecuaria, como la expansión y presión de la actividad turística y residencial en los litorales, provoca un impacto negativo sobre estos paisajes, generando contaminación, erosión y pérdida de cobertura boscosa [17]-[20]. Asimismo, la deforestación de la costa afecta a la fauna marina, especialmente a las tortugas, ya que se reduce la sombra en los sitios de anidación, aumentando la temperatura de la arena, lo que ocasiona una desproporción en el número de machos y hembras nacidos; así como un aumento en la mortalidad de los embriones [21]-[23].

El RNVSO pretende restaurar los primeros 50 metros de línea de costa, con el fin de reducir el impacto negativo sobre las tortugas y crear un corredor biológico costero que permita mejorar el flujo genético entre fragmentos de bosque del Refugio. Para ejecutar esta iniciativa de manera responsable es necesario conocer la composición y estructura de los parches de bosque, con el fin de seleccionar adecuadamente las especies que serán utilizadas en la restauración de estos sitios. El presente estudio busca proporcionar este tipo de información, la cual permite conocer la flora de estas zonas y generar recomendaciones sobre las especies a utilizar.

Materiales y métodos

Área de estudio

El RNVSO pertenece al Área de Conservación Tempisque (ACT) del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). Se ubica en las coordenadas geográficas 10° 00' 00" N, 86° 45' 50" W, dentro del distrito Cuajiniquil del cantón Santa Cruz y el distrito Nosara del cantón Nicoya, provincia de Guanacaste (Figura 1). El Refugio

abarca una franja costera de 16 kilómetros, desde punta India hasta punta Guiones, con 200 metros de ancho desde la pleamar ordinaria [24]. Dentro del territorio de Ostional, se encuentran 29,1 ha de bosque secundario costero, con una edad aproximada de 20 a 30 años, que corresponde a pequeños fragmentos aislados, ubicados dentro de la línea de costa en las cercanías de punta India y Guiones, cerro Lagarto y cerca del río Montaña [25].

Este refugio se encuentra en la zona de vida bosque seco tropical transición a húmedo [6]. La precipitación media anual es de 2 000 mm y la temperatura promedio anual de 25°C [26].

Muestreo

Se instalaron cuatro parcelas (Guiones, Peladas, Rayo y Boca) de 60x40 m (2 400 m²), de acuerdo con lo que indica el protocolo para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo de cobertura forestal (PPM) [27]; las cuales se dividieron en subparcelas de 20x20 m para facilidad en la ubicación de los individuos según sus coordenadas X y Y (Figura 2). El área de estudio presenta una cobertura de bosque secundario costero de 29,1 ha [25], inmersa en paisajes altamente fragmentados, con influencia turística y residencial, caracterizados por la presencia de árboles remanentes de grandes dimensiones (mayores a 60 cm de d). Para la selección de los sitios de monitoreo se tomaron en consideración las variables de dimensiones del parche, efecto de borde, ausencia de cursos de agua y/o caminos. A partir de lo anterior, las parcelas fueron definidas de manera aleatoria utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) en las áreas que cumplieran con las condiciones descritas, lo que da una intensidad de muestreo de 3,3 %.

Se muestrearon árboles, arbustos y lianas con dimensiones mayores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura del pecho (*d*), donde se registró información sobre las variables: *d* utilizando cinta diamétrica; ubicación espacial dentro de las subparcelas empleando las coordenadas X y Y (oeste a este y sur a norte, respectivamente). Además, se contó con la presencia de un dendrólogo para la identificación de las especies y su familia botánica, el cual empleó como método para la nomenclatura, el sistema de clasificación botánica de Tropicos.org (Apéndice 1).

La estructura vertical se caracterizó con base en la clasificación de [27], y utilizando los dibujos de [28] como referencia, para la descripción de las variables de iluminación de copa, posición en el dosel y forma de copa. En el caso del grado de infestación de lianas y la forma del fuste se clasifican según lo recomendado por [29], ya que esta brinda en el caso de lianas una descripción más sencilla y menos subjetiva; mientras que, en el caso de fuste, se integra la capacidad productiva con el estado fitosanitario del mismo.

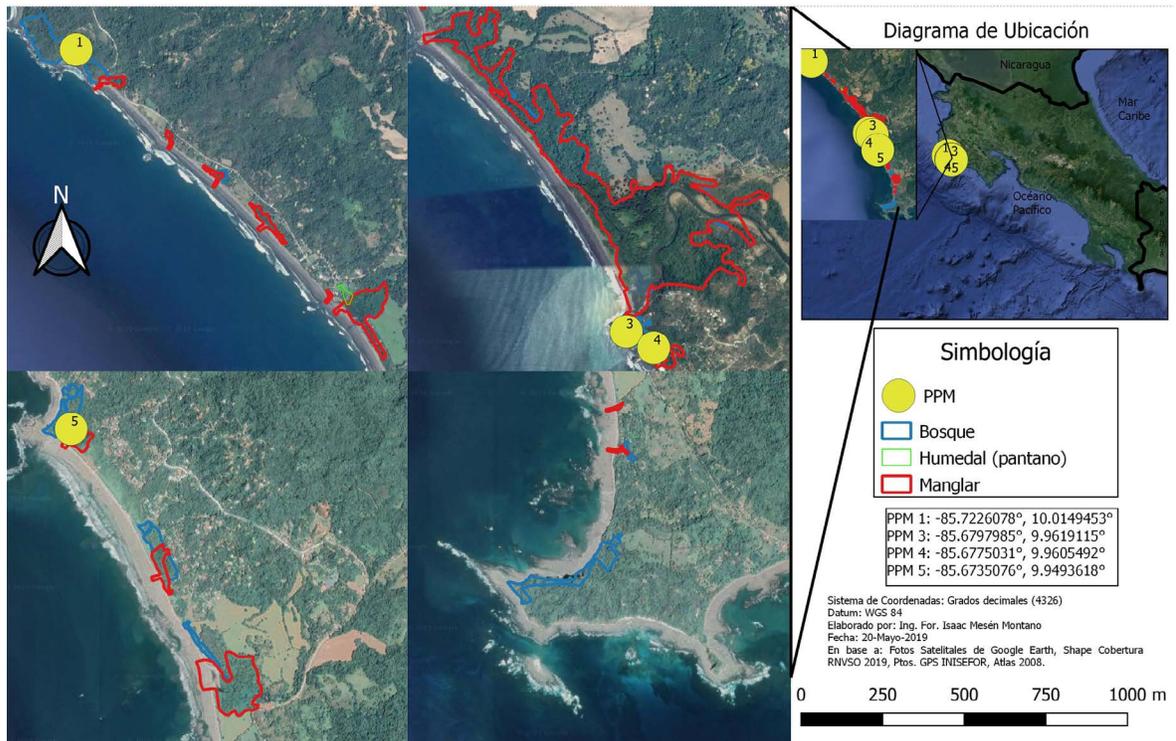


Figura 1. Mapa de ubicación del Refugio Nacional de Vida Silvestre Ostional, Guanacaste, Costa Rica, 2016.

Figure 1. Location map of the National Wildlife Refuge Ostional, Guanacaste, Costa Rica, 2016.

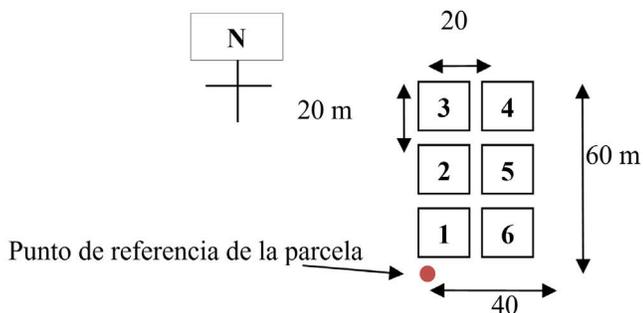


Figura 2. Forma de la parcela y distribución de las subparcelas, Ostional-Guanacaste, Costa Rica, 2016

Figure 2. Plot shape and distribution of sub-plots, Ostional-Guanacaste, Costa Rica, 2016.

Análisis de datos

Para la estructura horizontal del bosque se calculó el área basal (G), frecuencia, abundancia y el índice de valor de importancia (IVI), según [30]. La diversidad alfa, se obtuvo mediante los índices de Shannon-Weiner [31], cuyo rango de valores va de 1,5 a 3,5 y se califican como diversos los sitios cuyos valores se acerquen al límite superior y Simpson, que varía entre 0 y 1 e indica el grado de probabilidad de que dos individuos tomados

al azar sean de la misma especie, por lo que entre más bajo el valor más diverso el sitio [32], [33]. La diversidad beta se calculó con base en lo que establece Jaccard [34]. Para la estructura vertical se analizó el número de individuos bajo las categorías de dosel, luminosidad, forma de copa, grado de lianas y forma de fuste según la clasificación de [27], [28].

Resultados

Composición horizontal

En los fragmentos de bosque secundario de la franja costera del RNVSO se reportó un área basal de 27,24 m^2/ha^{-1} (DE 8,94) y se registraron 353 individuos/ ha^{-1} (DE 14,90), pertenecientes a 36 especies y 17 familias botánicas. La familia con mayor índice de importancia fue la Malvaceae (27,58 %), seguida por Rubiaceae (18,38 %), Anacardiaceae (12,52 %), Fabaceae (11,08 %) y Verbenaceae (7,28 %), que se consideraron las cinco familias más abundantes y dominantes en el ecosistema.

Las especies que en conjunto presentaron una mayor dominancia (73,02 %) para estos bosques son: *Pachira quinata* (pochote) (45,63 %), *Callycophyllum*

Cuadro 1. Índice de valor de importancia, dominancia, abundancia y frecuencia para las especies del bosque secundario de la franja costera del RNVSO, Costa Rica, 2016.

Table 1. IVI, Dominance, abundance and frequency for the species of the secondary forest of the coast line of the RNVSO, Costa Rica, 2016.

Especie	Abundancia	Frecuencia	Dominancia	IVI	IVI %
<i>Pachira quinata</i>	8,26	6,67	45,63	60,55	20,18
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	28,02	6,67	15,11	49,80	16,60
<i>Spondias mombin</i>	14,75	6,67	12,28	33,70	11,23
<i>Guazuma ulmifolia</i>	8,26	6,67	4,64	19,57	6,52
<i>Rehdera trinervis</i>	7,37	6,67	3,94	17,98	5,99
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	6,49	5,56	2,33	14,38	4,79
<i>Lonchocarpus phaseolifolius</i>	2,65	5,56	1,07	9,28	3,09
<i>Tabebuia rosea</i>	1,77	5,56	0,58	7,90	2,63
<i>Cordia collococca</i>	2,65	3,33	1,86	7,85	2,62
<i>Trichilia americana</i>	1,77	4,44	1,00	7,21	2,40
Otras 23 especies	17,99	42,22	11,57	71,79	23,93

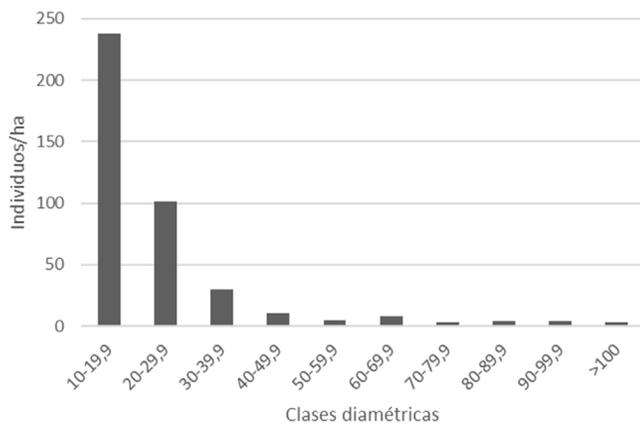


Figura 3. Distribución de clases diamétricas y área basal para los bosques de la franja costera del RNVSO, Costa Rica, 2016.

Figure 3. Diameter class distribution and basal area for the coast line forests of RNVSO, Costa Rica, 2016.

candidissimum (madroño) (15,11 %) y *Spondias mombin* (L.) (jobo) (12,28 %); por su parte, el conjunto de 34 especies poco dominantes representa el 26,98 %. Asimismo, las especies antes mencionadas junto con *Guazuma ulmifolia* (guácimo) registraron las mayores abundancias, resultando la más abundante *C. candidissimum* con un 28,02 %. Lo mismo sucedió con la frecuencia, donde todas las especies anteriores junto con *Rehdera trinervis* ((S.F. Blake) Moldenke) (yayo) presentaron la mayor probabilidad de ser registradas en varias parcelas (6,38 %). Por lo tanto, las cinco especies con mayor valor de importancia

fueron: *P. quinata* (60,27 %), *C. candidissimum* (49,52 %), *S. mombin* (33,41%), *G. ulmifolia* (19,28 %) y *R. trinervis* (17,69 %), para los bosques de la franja costera del RNVSO (Cuadro 1).

Las especies presentaron una distribución diamétrica de J invertida, donde el 57,22 % de los individuos se encontraron en la clase 10-19,9 cm; mientras que las clases superiores a 70 cm de d presentaron menos de 10 individuos/ha⁻¹ (Figura 3).

El área basal fue constituida principalmente por los individuos jóvenes de las primeras dos clases diamétricas y los árboles remanentes que poseyeron d superiores a 100 cm; aunque también existió un mayor número de individuos remanentes en las clases 60-69,9 cm, que generaron un pico de área basal al comparar con las clases adyacentes. Las especies más comunes en las primeras clases diamétricas correspondieron a *C. candidissimum*, *S. mombin*, *G. ulmifolia*, *R. trinervis* y *Lonchocarpus minimiflorus* (Donn. Sm.), donde mostraron una alta abundancia de individuos, pero de dimensiones pequeñas. Caso contrario ocurrió con *P. quinata*, que dominó las clases diamétricas superiores a 70 cm, y es la única que alcanzó dimensiones superiores a 90 cm.

Diversidad florística

El índice de Shannon-Weiner tuvo un valor de 2,23 y Simpson de 0,865; lo que definió al bosque como de diversidad baja, considerando los límites de cada índice y su cercanía con los rangos de diversidad expuestos para cada uno. La diversidad beta, de acuerdo con Jaccard, mostró que las parcelas más similares entre

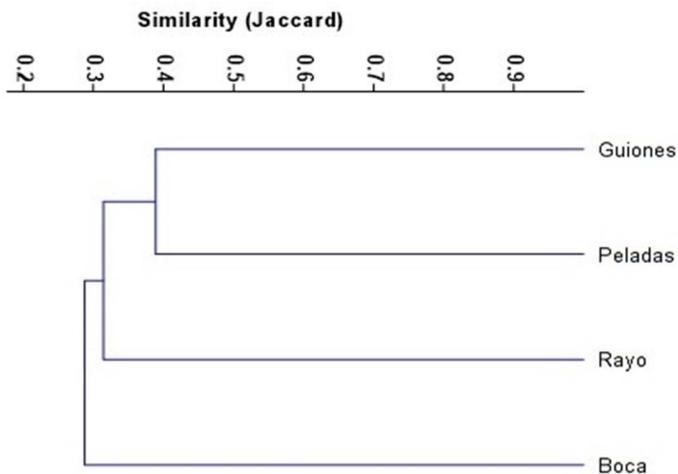


Figura 4. Índice de similitud de Jaccard para las parcelas de bosque secundario en RNVSMO, Costa Rica, 2016.

Figure 4. Jaccard's similarity index for the secondary forest plots in RNVSMO, Costa Rica, 2016.

sí son Guiones y Peladas con un 38 % de similitud; mientras que Boca y Guiones presentaron solo un 23 % de similitud (Figura 4).

Composición vertical

El análisis de la estructura vertical mostró que la mayoría de los individuos con d superiores a 10 cm, pertenecieron al dosel intermedio y superior. En cuanto a la iluminación, la mayoría de los individuos (66,15%) presentaron acceso a la luz lateral o a alguna luz (categorías 3 y 4 respectivamente); lo cual indicó que existe una aglomeración de copas que inhiben el paso de luz a los estratos dosel inferior y dosel intermedio (Figura 5).

El 50 % de los individuos presentaban media copa o con disposición predominante hacia un sector; mientras que el 18 % tiene copa pobre y un 20 % presentó copa irregular. Además, existió poca presencia de lianas en árboles mayores a 10 cm d , ya que un 50 % se encontraban libres de lianas; mientras que, del resto de individuos, solo un 11 % mostró una alta presencia de lianas y un 23 % un grado moderado. Menos del 1 % de los individuos muestreados presentó lianas mayores a 10 cm d sobre su fuste o copa.

Discusión

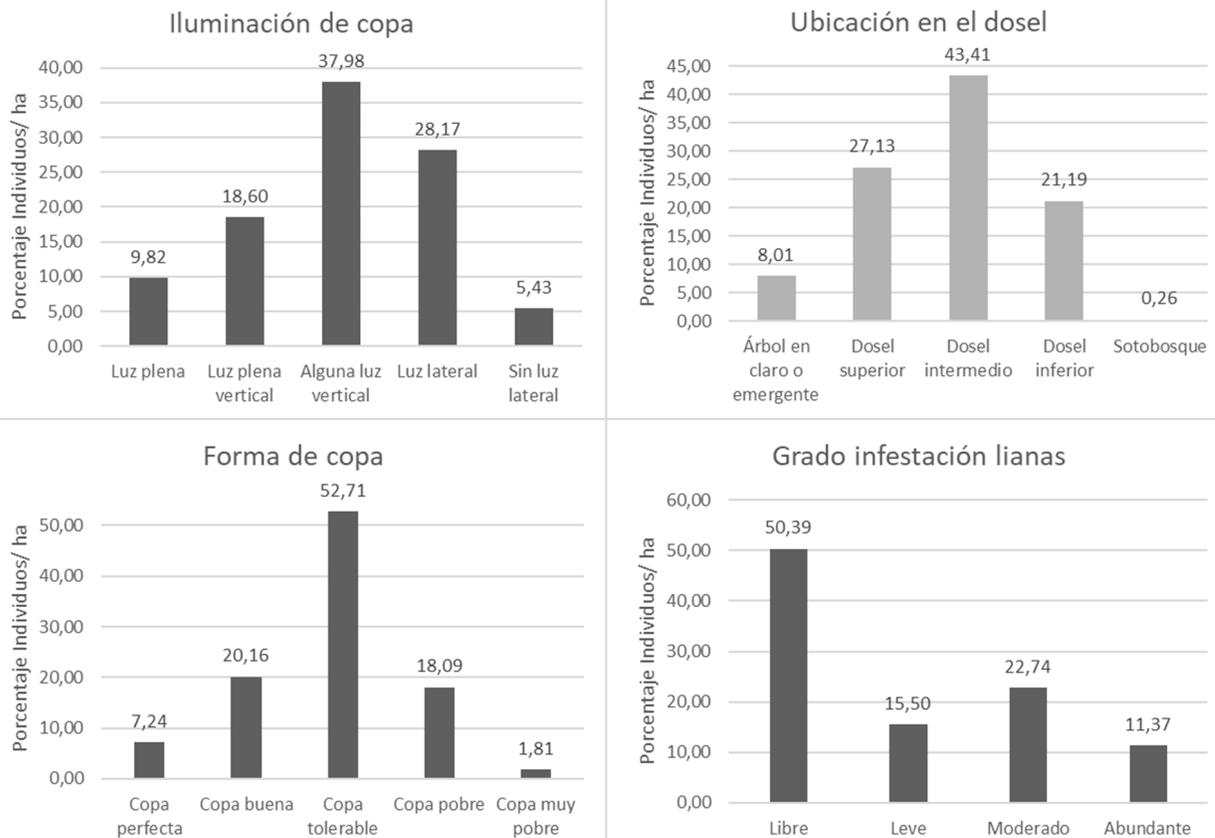
Los bosques del RNVSO pertenecen a la zona de vida bosque húmedo tropical transición a seco [9], encontrándose según [35] algunas zonas con mayor similitud a bosques secos y otras más parecidas a bosques húmedos. Los resultados del presente estudio

no muestran diferencias significativas entre el área basal promedio reportada para RNVSO ($27,24 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$), las del bosque seco del Parque Nacional Guanacaste ($28,47 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$) [36], y el bosque de transición en Miramar de Puntarenas ($31,38 \text{ m}^2/\text{ha}^{-1}$) [14]. Es importante mencionar que la desviación estándar para el área basal del sitio en estudio se encuentra influenciada por la presencia de árboles remanentes en el bosque secundario (DE 8,94).

Cuando se analiza la cantidad de individuos en dichas zonas de vida, tampoco se encuentra diferencia para los tres sitios, al existir valores de 341 individuos/ha para bosques secos transición a húmedos [37], mientras que para el bosque húmedo transición a seco [14] reporta 372 individuos/ha, y para la presente investigación 353 individuos/ha. Sin embargo, al analizar la composición florística, sí se logra evidenciar similitud con el bosque seco, donde el estudio elaborado por [37], registró 35 especies y 21 familias, y para el RNVSO se reportan 36 especies y 17 familias. En el caso del bosque húmedo transición a seco, [14] registra 69 especies y 32 familias. Al comparar los datos de composición florística con otros estudios en bosques secos costeros, se muestran similitudes en la cantidad de especies y familias presentes, [10] registró 18 especies para Cabo Blanco y [12] reportó 25 especies de 18 familias para la franja costera de Santa Cruz.

En cuanto a la distribución diamétrica, los bosques del RNVSO poseen una mayoría de individuos en las clases diamétricas inferiores, pocos individuos en las clases superiores, y una distribución de J invertida, lo cual contrasta con lo encontrado por [12], para los bosques costeros no protegidos de Santa Cruz, donde se reportan algunas clases diamétricas sin representación de individuos. Si bien es cierto, este tipo de distribución se asemeja a la estructura de un ecosistema maduro, esta característica puede estar asociada a la edad de la masa, ya que estos son bosques secundarios que se encuentran en proceso de regeneración desde hace 20 a 30 años, donde además, existe un fuerte componente de árboles remanentes en las clases diamétricas superiores; cuya área basal mantiene una tendencia ascendente desde la clase 70-79,9 cm en adelante y que culmina con un área basal para la clase mayores a 100 cm, similar a la de las clases diamétricas inferiores. Por otro lado, esta situación también puede ser un indicador de que los bosques del RNVSO mantienen un menor grado de intervención que los de la línea de costa de Santa Cruz, al encontrarse dentro de un área silvestre protegida.

Además, al analizar el área basal por clases diamétricas, se observa que el bosque pudo regenerarse a partir de un grupo de árboles remanentes que actualmente se posicionan en las clases superiores a 60-69,9 cm. Esto indica que el bosque de la franja costera del RNVSO se regeneró bajo árboles remanentes que actualmente se encuentran principalmente entre los



Cuadro 5. Estructura vertical de los bosques de la franja costera del RNVSO, Costa Rica, 2016.

Figure 5. Vertical Structure of the forests of the coast-line of the RNVSO, Costa Rica, 2016.

60 cm de d y algunos individuos con d superior a 70 cm, principalmente de *S. mombin* y *P. quinata*, los cuales no fueron extraídos debido a las características del individuo o a las condiciones de alta pendiente del sitio. Lo anterior coincide con lo manifestado por [38], quien señala que los bosques secundarios en Costa Rica surgieron de la regeneración natural en terrenos agropecuarios abandonados, a partir de las fuentes semilleras provenientes de los fragmentos de bosque y árboles remanentes de pastizales.

La distancia entre los sitios regenerados y los fragmentos de bosque y árboles remanentes influye en la diversidad del ecosistema resultante, además, [38] menciona que la cantidad de especies establecidas es inversamente proporcional a la distancia entre el fragmento y el bosque regenerado. Lo cual, aunado a la situación única de condiciones ambientales que presentan los ecosistemas costeros [10], puede generar que solo pocas especies sean capaces de colonizar estas áreas, derivando en condiciones de baja diversidad, como lo reflejan los índices de Shannon-Weiner (2,23) y Simpson (0,87) para este ecosistema. Además, si se compara con otros estudios de bosques costeros, se observa una concordancia con los datos de [12] que encontró valores

promedio de 2,11 para Shannon-Weiner y 0,92 para Simpson. Lo anterior puede asociarse a la ubicación espacial de las mismas, ya que los fragmentos de bosque donde se ubican las parcelas Guiones y Peladas se encuentran a menor distancia que las PPPM Guiones y Boca. No obstante, las diferencias en los porcentajes de similitud entre las más cercanas y las más lejanas no son muy marcadas; lo que permite inferir que todos los sitios son bastante similares entre sí.

La situación antes mencionada se confirma al analizar la estructura horizontal del bosque, ya que se encuentran pocas especies con altas dominancias, como es el caso de *P. quinata* y *C. candidissimum*, lo que concuerda con lo reportado por [10] para Cabo Blanco, donde esas mismas fueron las especies más dominantes. Dicho estudio indica además que el *C. candidissimum* es la especie más abundante del bosque costero, con 67 % de la abundancia total registrada, lo que coincide con esta investigación, donde el *C. candidissimum* es la especie más común y alcanza cerca del 30 % de la abundancia total.

Con respecto a *G. ulmifolia* (7,02 % IVI), esta es una especie que se considera dominante en los ecosistemas

de bosque secundario de Guanacaste [39], en esta investigación ha sido superada por especies como *P. quinata* (21,58 % IVI), *C. candidissimum* (19,65 % IVI) y *S. mombin* (11,84 % IVI). Situación que concuerda con el estudio de [12] donde se determinó que la mayor abundancia del guácimo se encuentra en la zona más alejada de la costa, alrededor de los 50 m, debido a su poca tolerancia a suelos arenosos y a la salinidad.

Por lo tanto, a excepción de *G. ulmifolia*, las especies con mayor IVI son las que se recomiendan para acciones de restauración en ecosistemas costeros, debido a su plasticidad y adaptabilidad a condiciones características de suelos y ambientes costeros; así como por su importancia ecológica y gremio, que condicionan el establecimiento de otras especies, quizá de mayor importancia ecológica en procesos de restauración, como lo son las especies esciófitas o tolerantes a la sombra.

Al analizar la estructura vertical del bosque costero de RNVSO, se puede observar que este se comporta como los bosques secos costeros de Santa Cruz [12], ya que en su mayoría presenta individuos de portes más bajos (estratos intermedios), lo que puede asociarse a la acción de factores abióticos como el viento, nutrientes del suelo, mareas, precipitaciones y espray marino [7]. Los bosques de la línea costera del RNVSO no cuentan con un sotobosque establecido, donde el 0,26 % de los árboles mayores a 10 cm están en este estrato, no obstante, al compararse con el mismo estudio de [12], la presencia de mayor número de especies en los estratos inferiores, conformado por especies de gremios ecológicos distintos al de heliófitas efímeras, condicionan un mejor estado de salud del bosque bajo estudio. Por otro lado, la alta competencia por luz influye en el desarrollo de los individuos con menor acceso a la iluminación, especialmente porque muchas de estas especies son heliófitas durables, tales como: *Chomelia spinosa* (Jacq.), *Hyperbaena tonduzii* (Diels.), *Machaerium biovulatum* (Micheli.), *Semialarium mexicanum* ((Miers) Menega), las cuales poseen una baja abundancia total y compiten en el mismo estrato con las especies más representativas del ecosistema. Asimismo, los bosques del RNVSO tienen al menos cuatro estratos, mientras que en el estudio de [12], se reportaron únicamente dos estratos definidos y un sotobosque conformado únicamente por plántulas.

Conclusión

Los bosques costeros del RNVSO se asemejan en composición a los bosques secos, a pesar de encontrarse en una zona de vida de transición a bosque húmedo, lo que puede asociarse a las condiciones abióticas únicas

que las especies enfrentan y al nivel de fragmentación del ecosistema.

Las condiciones climáticas y la alta perturbación que sufrieron las zonas costeras del RNVSO, condicionaron la diversidad de los ecosistemas regenerados en el sitio; ya que solo pocas especies colonizadoras se logran establecer en estas zonas.

Las especies que mejor se adaptan a la franja costera de la RNVSO son *P. quinata*, *C. candidissimum* y *S. mombin*; mientras que *G. ulmifolia*, a pesar de ser una de las especies de mayor IVI en bosques secundarios de la zona, se desarrolla mejor en el interior de la costa.

El estado de protección que le otorga el SINAC al RNVSO, ha permitido un mejor desarrollo de la regeneración; reduciendo disturbios e impactos antropogénicos sobre estos ecosistemas, en comparación con otros bosques no protegidos de la región.

Recomendaciones

Dado el interés del SINAC en la restauración de las zonas costeras, se debe considerar la capacidad de adaptación de las especies según la cercanía a la costa; por lo que se recomienda la utilización de *P. quinata*, *C. candidissimum* en sitios pedregosos y cercanos al mar, mientras que en los sitios del interior se pueden emplear especies como *G. ulmifolia*, *S. mombin* y *R. trinervis*.

En el caso de reforestación de zonas cercanas a la costa, se recomienda plantar especies que no fueron encontradas entre las más abundantes del estudio, pero que en otras investigaciones se reportaron con densidades importantes, como es el caso de *Conocarpus erectus* (L.) (mangle botón), *P. rubra* (L.) (flor blanca), *Pseudobombax septenatum* ((Jacq.) Dugand) (ceibo), *C. collococca* y *H. mancinella*, esta última en sitios que no sean de visitación turística, debido a su toxicidad.

Agradecimiento

Los autores agradecen al Refugio Nacional de Vida Silvestre Ostional por la colaboración y soporte logístico brindado para el establecimiento de las PPM en campo.

Referencias

- [1] FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), "El estado de los bosques del mundo", 2016. [Online]. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/estimates-and-statistics/2016-report-card/>

- [2] V. Soto y R. McCarthy, *Gobernanza forestal en Centroamérica: una aproximación al conocimiento de la gestión de los ecosistemas forestales*, San José, Costa Rica: Poliart impresiones S.A., 2008
- [3] PROARCA (Programa Regional Ambiental para Centroamérica) y UICN (Unión Mundial para la naturaleza), *Centroamérica en el Límite Forestal, desafíos para la Implementación de las Políticas Forestales en el Istmo*, 2005. [Online]. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/13178-0efed6c9fccaa09d2c4fa0b115f065c9a.pdf>
- [4] F. J. Janzen, "Vegetational Cover Predicts the Sex Ratio of Hatchling Turtles in Natural Nests", *Ecology*, vol. 75, no. 6, pp. 1593-1599. 1994.
- [5] C. A. Tapia, "Análisis del cambio de cobertura forestal 2005-2015 en Guanacaste, Costa Rica", Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, 2016.
- [6] MINAE (Ministerio del Ambiente y Energía), *El éxito forestal de Costa Rica en cinco casos*, 2002. Disponible en http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Bosques/MINAET_2002_xitoforestal.pdf
- [7] C. L. Vega, J. B. Gallego y C. Vidal, *Manual de restauración de dunas costeras*. España: Artes Gráficas Quinzanos, S. L., 2007. Disponible en <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0652461.pdf>
- [8] C. L. Vega, J. B. Gallego, y C. V. Pascual, (2007). *Manual de restauración costera*. Cantabria, ES: Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas. 231 p.
- [9] L. R. Holdridge, *Ecología basada en las zonas de vida*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1978.
- [10] E. S. Lindquist, *Patterns of coastal composition, structure and recruitment, Costa Rica: Functions of an environmental gradient, seed rain distribution and crab predation pressure*, Dissertation, University of Georgia, Georgia, USA. 2003.
- [11] ACG (Área de Conservación Guanacaste), G. Bassey, "Los recursos de Bahía Junquillal y otras áreas de importancia biológica para la ACG", 1997. [En línea]. Disponible en: <http://www.acguanacaste.ac.cr/rothschildia/v4n1/textos/junquillal.html>. [Consultados Nov. 03, 2008]
- [12] P. Brenes, "Composición y estructura de la vegetación de la línea de costa de un bosque tropical seco, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica", Tesis de maestría, Universidad Estatal a Distancia, San José. 2013.
- [13] G. Hartshorn. "Plantas", En *Historia natural de Costa Rica*, D. Janzen eds., San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica. 1991. 822p.
- [14] M. Zamora Ávila, "Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica", Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Cartago. 2010.
- [15] T. W. Gillespie, A. Grijalva y C. N. Farris, "Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America", *Plant Ecology*, vol. 147, no. 1, pp. 37-47. 2000.
- [16] E. P. Odum y G. W. Barrett, *Fundamentos de Ecología*. México, D. F: Thomson, 2006.
- [17] J. Berger, *Environmental restoration: science and strategies for restoring the Earth*. Washington DC, Estados Unidos: Island Press, 1990.
- [18] M. L. Fournier y A. Fonseca, *Décimo tercer informe del Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, La zona marino-costera*, 2006. Disponible en http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/013/Zona-Marino-Costera.pdf
- [19] MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR) y PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), *Geo Costa Rica: Una perspectiva del Medio ambiente*, San José: MINAE. PNUMA, 2002.
- [20] S. León, D. Ballester, M. Lezama, I. López y N. Pilcher, *Estudio básico determinación de la pluma de sedimentación en la zona costera de la cuenca del río San Juan*. Formulación de un Plan estratégico de acción para la gestión integrada de los recursos hídricos y el desarrollo sostenible de la cuenca del río San Juan y su zona costera. Procuencia-San Juan. 2003 136p.
- [21] M. Godfrey, R. Barreto & N. Mrosovsky, "Estimating Past and Present Sex Ratios of Sea Turtles in Suriname", *Canadian Journal of Zoology*, vol. 74, no. 2, pp. 267-277, 1996.
- [22] D. H. Janzen, "Tropical dry forests: The most endangered major tropical ecosystem", en: *Biodiversity*, E. O. Wilson, Eds. Washington, D.C., US, National Academy Press. 1988, pp. 130-137.
- [23] M. Peña, "Variación de las temperaturas de los nidos de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*, Eschscholtz) en Playa Ostional a lo largo de la playa, durante las épocas seca y lluviosa, y su influencia en la proporción de sexos y mortalidad de los huevos", Tesis de Bachillerato. San José, Costa Rica: Universidad Latina. 2006.
- [24] SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). (2010). *Diagnóstico para el plan general de manejo del Refugio Nacional de Vida Silvestre Ostional*. Eds. J. García. Guanacaste, Costa Rica. 170p.
- [25] SINAC. (2014). *Diagnóstico para el plan general de manejo del Refugio Nacional de Vida Silvestre Ostional*. Eds. H. Acevedo y E. Vargas. Guanacaste, Costa Rica. 124p.
- [26] BIOMARCC (Biodiversidad Marino Costera en Costa Rica, Desarrollo de Capacidades y Adaptación al Cambio Climático, Caracterización Ecológica del Sector Marino del Refugio de Vida Silvestre Ostional, 2015. Disponible en http://biocorredores.org/corredoresbiologicos/sites/default/files/docs/SerieTecnica16_CaracterizacionRNVSO.pdf
- [27] H. C. Dawkins, *The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda*. Oxford: Imperial forestry Institute, University of Oxford, 1958.
- [28] M. Camacho, *Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical: guía para el establecimiento y medición*. Turrialba: CATIE, 2000.
- [29] L. G. Hernández, 2014. *INFORME FINAL Proyecto*

“Monitoreo de ecosistemas forestales para el fortalecimiento de estrategias de conservación y uso de bosques: una contribución a la iniciativa Costa Rica Carbono Neutral”, CONARE. UNA, INISEFOR, Costa Rica. IAGG30 (UNA), 29 de agosto 2014. 25p.

- [30] H. Lamprecht, *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Alemania: Eschborn GTZ, 1990.
- [31] A. Magurran, *Ecological Diversity and its Measurement*, London: Croom Helm Ltd. 1988.
- [32] E. H. Simpson, *Measurement of diversity*. *Nature*, vol. 163, no. 688, pp. X-X, 1949.
- [33] J. Cabezas, *Composición florística y estructural de la vegetación arbórea de un bosque seco tropical del Alto Magdalena en el Departamento del Tolima*, Tesis, Universidad del Tolima, Tolima, Colombia. 2016.
- [34] S. D. Matteucci y A. Colma, *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington, D.C.: The General Secretariat of the Organization of American States Washington, D.C. 1982.
- [35] UCR (Universidad de Costa Rica). (s.f). *Descripción de Ostional y el RNVSO*. Disponible en: <http://ostional.biologia.ucr.ac.cr/refugio/refugio.php>
- [36] V. Meza y F. Mora, “Dinámica y crecimiento diamétrico del bosque seco tropical no manejado: Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica”, presentado en XII World Forestry Congress, Quebec, Canadá, 2003.
- [37] P. A. Rojas-Chaves, “Combustibles forestales superficiales y riesgo de incendio en tres estadios de sucesión de bosques en el Parque Nacional, Palo Verde, Costa Rica”, Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. 2014.
- [38] L. G. Acosta-Vargas, D. Reyes-Cordero, R. Quesada-Monge y M. Castillo-Ugalde. *Restauración del bosque seco tropical de Costa Rica: evolución del bosque y conservación de especies*, 2012. Disponible en: <http://copa.acguanacaste.ac.cr:8080/handle/11606/444>
- [39] P. Montoya, “Identificación y caracterización florística del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Conchal y propuesta de una red de conectividad ecológica en el Área de Conservación Tempisque (ACT), Guanacaste, Costa Rica”, Tesis de Bachillerato, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia. 2013.

Este artículo debe citarse como:

Brenes-Chaves, L; Méndez-Cartín, AL; Sánchez-Toruño, H; Montero-Flores, W; Barquero-Elizondo, AI; Hernández-Sánchez, LG. (2019). Análisis de la composición y estructura del bosque secundario en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Ostional, Guanacaste, con miras a su restauración. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 16(39), 33-42. doi. 10.18845/rfmk.v16i39.4417