

RECURSOS NATURALES

Composición florística y estructural de tres ecosistemas asociados a los humedales en la finca El Morro, Rio San Juan, Nicaragua

Floristic and structural composition of three ecosystems associated with wetlands in El Morro farm, Rio San Juan, Nicaragua

Claudio Calero¹, Olman Narváez Espinoza¹, Erick Castro Mercado², Michael Lanuza Jarquín²

¹ORCID: / claudioc@ci.una.edu.ni / ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3190-2210> / onarvaez@ci.una.edu.ni

²Egresado de Ingeniería forestal

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA-UNA)



RESUMEN

El estudio fue realizado en la finca El Morro, ubicada en el municipio de San Miguelito, Rio San Juan, con el objetivo de analizar la composición florística, estado silvicultural del área de bosque, tacotal y árboles dispersos en potreros. La metodología se desarrolló a partir de un reconocimiento del área de la finca, luego un inventario forestal sistemático para la recolecta de árboles de 10 cm de diámetro normal. El tamaño de muestra en el área de bosque fue de 1.32 hectáreas; en el área de tacotal de 0.54 hectáreas y árboles disperso en potrero de 0.77 hectáreas. La composición florística del bosque es de 29 especies arbóreas y 18 familia botánica, sobresaliendo la familia Mimosaceae (6 especies), Fabaceae (3 especies), Caesalpinaceae (3). En el área de tacotal se encontraron 26 especies, representadas en 20 familias botánicas y sobresalen las familias Mimosaceae y Tiliaceae con 3 especies y Bixaceae con 2 especies. En el área de potreros se registraron árboles menores de 10 cm de diámetro, agrupadas en 33 especies y 20 familias botánicas. Las familias que sobresalen son Mimosaceae con las especies *Pithecellobium saman* (genízaro), *Inga vera* (guaba), *Enterolobium clyclocarpun* (guanacaste negro). El bosque presenta una distribución diamétrica en tipo de “J” invertida, la cual indica el desarrollo normal de un bosque natural. El estado silvicultural del bosque y tacotal, predominan fustes con una curvatura, el balance de árboles sano y dañado por insectos no se da una diferencia evidente. La iluminación sobre los árboles la mayor parte recibe luz completa.

Palabras clave: bosque secundario, tacotal, parámetros demográficos, sucesión forestal, dinámica de bosque.

SUMMARY

The study was conducted in El Morro farm, located in the municipality of San Miguelito, Rio San Juan, with the objective of analyzing the floristic composition, silvicultural status within the area of the forest, fallow area and scattered trees in paddocks. The methodology was developed by first, a recognition of the area of the farm, and later a systematic forest inventory for the collection of trees samples 10 cm of normal diameter. The sample size in the area of the forest is 1.32 hectares; in the fallow area it is 0.54 hectares and scattered trees in pasture it is 0.77 hectares. The floristic composition of the forest consists of 29 arboreal species and 18 botanical family, the ones that stand out are Mimosaceae (6 species), Fabaceae (3 species), Caesalpinaceae (3). In the fallow area 26 species were found, represented in 20 botanical families, Mimosaceae and Tiliaceae stand out with 3 species and Bixaceae with 2 species. In the paddock area, trees with less than 10 cm in diameter were grouped into 33 species and 20 botanical families. The families that stand out are Mimosaceae with the species *Pithecellobium saman* (genízaro), *Inga vera* (guaba) and *Enterolobium clyclocarpun* (black guanacaste). The forest presents a diametric distribution in the shape of an inverted “J”, which indicates a normal development of a natural forest. The silvicultural state of the forest and fallow area, shows a pattern of predominate stems with an arch, the balance between healthy trees and those damaged by insects does not make an obvious difference. The majority of the trees receive sunlight during the day.

Keywords: Secondary forest, fallow areas, demographic parameters, forest succession, forest dynamics.

Recibido: 25 de mayo del 2018
Aceptado: 19 de octubre del 2018



Copyright 2018. Universidad Nacional Agraria

Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo freddy.aleman@ci.una.edu.ni

RECURSOS NATURALES

La destrucción del recurso bosque se hace cada día más drástico debido a la intensa presión de la población que busca alimentos, energía, madera, abrigo y ganancia económica.

La vegetación y humedales que cubren la finca El Morro, ubicada a orilla del lago Cocibolca a 3 km al suroeste de la ciudad de San Miguelito, se pueden observar la presencia de comunidades ecológicas amenazadas por la presión social y la alteración del hábitat, consideradas vulnerables. Estos ecosistemas albergan una flora que está en constante sucesión ecológica, siendo fuente de subsistencia para animales.

Esta condición hace de los humedales de San Miguelito sean sitios que puede ser categorizado como Refugio de Vida Silvestre.

La importancia del estudio es analizar el estado actual de la vegetación y a los humedales, con el fin de reconocer la composición de especies vegetales como un recurso natural a través de actividades que promuevan su desarrollo sustentable, tomando en cuenta la protección forestal que traiga un equilibrio ecológico entre las actividades investigativas y de producción.

La ausencia de bosques, provoca que el agua de lluvia no se absorbe bien y termina afectando a las comunidades cercanas donde no hay protección por parte del bosque. Por otro lado, los humedades actúan como “esponjas” ante las crecidas, el deterioro o eliminación de éstos hacen que las inundaciones se catastróficas y pueden inundar área de cultivos y urbanas.

Cuando una zona cubierta por humedales y bosques son alterados también se altera el proceso hidrológico de infiltración. Ese tiempo de infiltración del agua de acuerdo a las propiedades del suelo, puede ser mayor o menor, si existe cobertura de bosque en el suelo, ese tiempo de infiltración del agua aumenta porque la lluvia primero cae a la copa de los árboles, luego va bajando por los troncos, y de esta manera se ralentiza el proceso hasta llegar al suelo. Entonces ese tiempo de infiltración en el suelo, y que luego vaya a los acuíferos

es muchísimo mayor, así una lluvia tarda mucho más en atravesar el suelo, y también se demora más en generar escurrimiento superficial. Cuando se deforesta y desmonta ocurre todo lo contrario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La finca El Morro se encuentra ubicada en el municipio de San Miguelito, departamento de Río San Juan, entre las coordenadas geográficas, latitudes 11° 21' 55" y 11° 22' 28" norte, y entre las longitudes 84° 53' 45" y 84° 53' 12" oeste. El clima es tropical húmedo, con temperatura media entre 25° y 26°C, con una precipitación anual que varía entre 2 000 y 2 400 mm (INIFON, 2003) (figura 1).

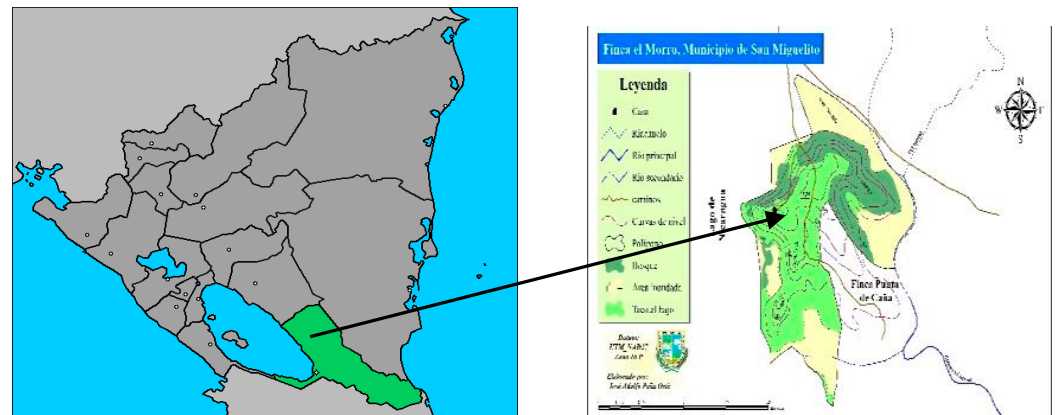


Figura 1. Ubicación finca El Morro municipio de San Miguelito, departamento de Río San Juan.

Diseño metodológico. Inicialmente se hizo un recorrido en la finca para realizar la separación de coberturas vegetales, para esto se utilizó el levantamiento de coordenadas con el Geographical Position System (GPS). Con esta información se elaboró el croquis geográfico de la finca, determinando la cobertura de bosque, tacotal y área de árboles dispersos en potreros (figura 2).

Recolección de datos. En cada cobertura vegetal se realizó un muestreo forestal sistemático. En la cobertura de bosque, se establecieron 22 parcelas, con dimensiones de 60 metros de largo por 10 metros de ancho para un área de muestreo de 1.32 hectárea con un distanciamiento de 100 metros, entre líneas de inventario y 10 metros entre parcelas (figura 2).

En la cobertura de tacotal se establecieron 9 parcelas con dimensiones de 60 metros de largo por 10 metros de ancho, para un área de muestreo de 0.54 hectárea.

RECURSOS NATURALES

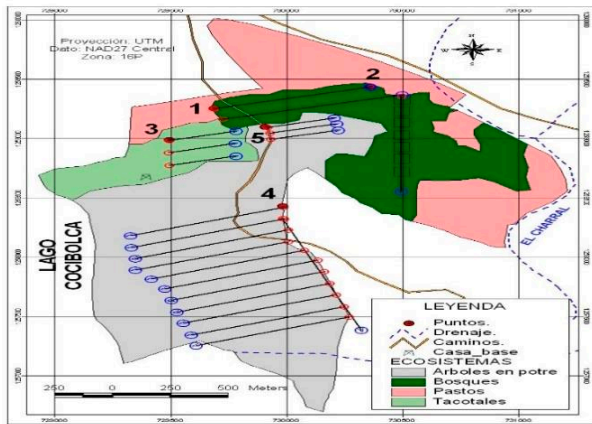


Figura 2. Diseño del inventario Forestal en la Finca El Morro.

En el área con árboles dispersos en potrero y vegetación arbustiva, las parcelas fueron cuadradas con dimensiones de 10 por 10 metros, se muestrearon 77 parcelas de 0.01 hectárea para un área de muestreo de 0.77 hectárea.

Análisis de la composición florística. La composición florística de la vegetación arbórea se determinó utilizando un listado de especies existentes para el país, con esta información se determinó el número de especies existentes agrupadas por familia botánica (Salas, 1993).

Variables evaluadas

Diámetro normal. Dimensión del árbol que se mide a 1.30 metros sobre el nivel del suelo.

Altura total. Dimensión medida desde la base hasta la parte más alta de la copa del árbol. Esta variable es medida en metros y se usó el clinómetro Suunto.

Condición fitosanitaria del árbol (CA). Se refiere a las condiciones fitopatológicas del árbol en las que se encuentra dentro del bosque.

Calidad de fuste (CF). Se refiere a la condición en la que se encuentra el fuste del árbol en cuanto a daños, producidos ya sea por agentes bióticos o abióticos.

Causa de daños en el árbol (CD). Se refiere a los agentes que provocan los daños en los árboles, producidos ya sea por factores bióticos o abióticos (Martínez, 2005).

Intensidad de iluminación (IL). Es la que ve la influencia de la luz solar en los diferentes estratos del bosque, donde se encuentran ubicados los individuos (Peña, 2013).

Estructura de la vegetación arbórea. La estructura del bosque y tacotal fue determinada mediante el número de árboles, área basal por categoría diamétrica y por hectárea. El cálculo del número de árboles, área basal se realizó utilizando las fórmulas, según Prodan *et al.*, 1997.

$$AB = \pi/4 [d]^2$$

Dónde: AB: Es el área basal del árbol. d: Diámetro a la altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo $\pi/4$: Constante geométrica, igual a 0.7854.

El cálculo del número árboles por hectárea

$$NI/ha = [1/(Np * Tp)] * \sum Ni$$

Dónde: Ni/ha: Números de árboles por hectárea. Np: Número de parcelas; Tp: Tamaño de parcela; $\sum Ni$: Sumatoria del número de árboles muestreado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición florística del área de bosque. Se identificaron 156 árboles mayores de 10 cm de diámetro normal, representados por 29 especies y distribuidas en 18 familias botánicas, en las cuales sobresalen Mimosaceae con el 33% de las especies (6 especies), Fabaceae con 17%, (3 especies), Caesalpinaceae con 17% (3 especies) y Sterculiaceae con 11% (2 especies), el resto de familias con 22% (15 especies).

Las especies que sobresalen son: *Cecropia peltata* (Guarumo), *Spondias mombin* (Jocote Jobo) y *Guazuma ulmifolia* (Guácimo de ternero) con 24, 11 y 10 individuos respectivamente.

Los resultados son diferentes a un estudio realizado en la reserva biológica El Rodeo de Costa Rica, en tres parcelas de una hectárea se encontró un total de 106 especies de árboles, mayores de 10 cm de diámetro normal, representadas por 40 familias botánicas. La familia Fabaceae fue la de mayor número con 12 especies, seguido por la familia Moraceae y Lauraceae, con diez y ocho especies respectivamente (Cascante *et al.*, 2001).

Aunque las superficies estudiadas no son las mismas, queda claro que en La finca el Morro la riqueza y la diversidad de especies arbóreas, está siendo perjudicada por acción antropogénica, ya que la finca se dedica a la producción ganadera y de una manera u otra se demanda madera o leña.

Composición florística del área de tacotal. El área de tacotal registró 73 árboles, agrupados en 26 especies y representados en 20 familias botánicas. Las familias más

RECURSOS NATURALES

representativas son Mimosaceae (15%), Tiliaceae (15%) y Bixaceae (10%). Las especies que sobresalen son *Curatela americana* (hoja chigua), *Byrsonima crassifolia* (nancite) y *Miconia argentea* (capirote), con 20, 13 y 13 individuos.

Se contabilizaron pocos árboles de *Enterolobium cyclocarpun* (guanacaste negro) y *Ceiba aesculifolia* (ceiba), la cual presentan individuos con poca dominancia y área basal, sin embargo, se encuentran frecuentemente en las parcelas lo que indica una buena regeneración.

La riqueza y diversidad de la especie arbórea son diferentes en el área de bosque y tacotal, ya que esta depende del tipo de suelo, topografía, dinámica de la vegetación y la ecología de sus especies, como el tamaño y la frecuencia de los claros, los recursos disponibles principalmente de luz, espacio en las diferentes etapas de desarrollo y las fuentes de semillas, aunque, no tengan la misma área muestreada.

Otro factor muy importante es la actividad antropogénica, ya que en el área de tacotal existe la actividad ganadera y en el bosque no.

La diversidad biológica de un área boscosa debe considerarse como un componente esencial de una silvicultura positiva (Louman *et al.*, 2001).

Composición florística del área de potrero. El área registro 186 árboles menores de 10 cm de diámetro, agrupadas en 33 especies y 20 familias botánicas. Las familias que se encuentran representadas con el mayor número de especies son Mimosaceae (20%) con *Pithecellobium saman* (genízaro), *Inga vera* (guaba), *Enterolobium cyclocarpun* (guanacaste negro).

La familia Verbenácea (10%) con las especies, *Gemelina arbórea* (melina) y *Vitex anguscactus* (pimienta silvestre), la familia Fabaceae (10%) con las especies, *Diphysa robinoides* (guachipilín), *Erytrina crysanta* (elequeme).

Estos resultados indican que, en el área de potrero, existe un aumento en la regeneración natural de especies de valor económico y forrajero. Los resultados difieren de la composición florística, en la zona central de Costa Rica, se identificándose un total de 2 881 individuos, pertenecientes a 68 especies y 35 familias y la familia con el mayor número de especies fue Fabaceae, con 7 especies (10.3%), en un área de muestreo de 70.5 hectárea (Villanueva *et al.*, 2007).

Patrones estructurales de los árboles dispersos en potrero. En la finca El Morro el 100 % de los árboles en potrero mayores de 10 cm de diámetro normal, se encuentran aislados y nunca formando pequeños grupos; esto desde el punto de vista ecológico no es adecuado ya que provoca la fragmentación de grandes espacios, sin la conectividad de los

árboles evitando la circulación y colonización de animales, principalmente de mamíferos, que juegan un papel esencial en los ecosistemas.

Los árboles en potrero presentaron aproximadamente densidades menores a 20 árboles ha⁻¹, los diámetros del 80% de los árboles no supera los 20 cm. El 80% de las especies identificadas tiene uso para leña, 10% frutales, 5% forrajero y un 5% maderable, la escasa existencia de especies forrajeras indica la poca o ninguna intervención del hombre en el manejo de la vegetación arbórea y al fuerte aprovechamiento, sin restitución de árboles para satisfacer las necesidades de madera y postes.

Los árboles en potrero se han establecido por regeneración natural, acompañados por una gran cantidad de especies arbustivas y palmas, principalmente la palma coyol (*Sactris balonoides*).

Este patrón se podría atribuir a la falta de control de la vegetación arvense en los potreros, falta de conocimiento de especies forrajeras de alto valor nutritivo por parte del productor, así como el daño causado por el ganado a la vegetación.

Estado silvicultural de árboles dispersos en potrero. El 81% de los árboles inventariados están sanos, el 16% árbol con daños leves, alguna rajadura, rama pequeña quebrada, machetazo y el 7% árboles con daño severo, ramas grandes quebradas.

En la calidad del fuste, el 83 % tiene fuste completamente recto, sin daños visibles, ni enfermo, el 15 % tiene fuste con alguna curvatura leve, daños leves, quebrado y un 2% muestra fuste curvo, daño evidente o podrido en la base o en el tronco, siendo la principal causa de los daños la acción antropogénica.

Los árboles en potrero cumplen funciones productivas y ecológicas en las fincas ganaderas; sin embargo, existe una tendencia hacia la reducción de su riqueza, abundancia y diversidad, debido al comportamiento animal y al manejo que realizan los productores en los potreros activos (Villanueva *et al.*, 2007).

Número de árboles y área basal por clase diamétrica en el área de bosque. Todas las categorías diamétricas contienen árboles y estos disminuyen conforme la clase diamétrica aumenta, indicando la presencia de un bosque discetáneo o irregular, representado por una distribución del tipo “J” invertida (figura 3).

Este tipo de “J” invertida indica que los árboles jóvenes se encuentran bajo la sombra de árboles con mayor diámetro, recibiendo menor iluminación. La distribución de árboles por hectárea por categoría diamétrica sigue una

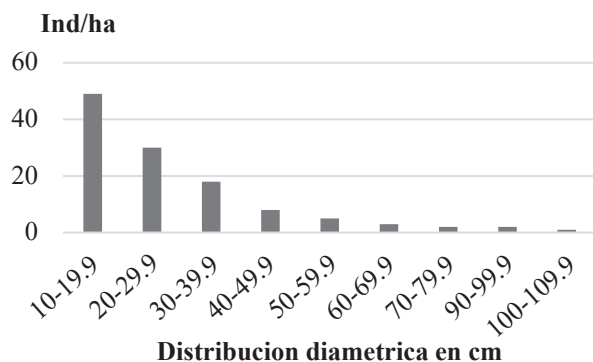


Figura 3. Distribución del número de individuos por hectárea en el bosque de la finca el Morro.

tendencia descendente, de mayor número de árboles en la clase diamétrica de 10 – 19.9 cm con 49 arb. ha⁻¹, a menor número de árboles en la clase diamétrica de 100 – 109.9 cm, con 1 o 2 árboles por hectárea. En el área de bosque se estiman 118 árboles por hectárea, área basal de 11.97 m² ha⁻¹ y un volumen de 70.3 m³ ha⁻¹.

Número de árboles y área basal por categoría diamétrica en el área de tacotal. El área de tacotal muestra una estructura coetánea o regular, muy diferente a la del bosque, esto se debe principalmente a las características del suelo, estrategias de las especies y efectos de los disturbios sobre la dinámica de este tipo de vegetación, que se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica.

Esta estructura es el resultado de la repuesta de los árboles al ambiente, las limitaciones y amenazas que estos reciben por el hombre y el ganado. La existencia en una estructura boscosa en sí misma cambia el ambiente sobre el suelo, lo que afecta las oportunidades de germinar y establecimiento.

La estructura coetánea responde a un bosque en el cual la mayor parte de los árboles de una o varias especies, tienen una misma edad o tamaño o están concentrados en una misma clase de edad o tamaño como es el caso del área de tacotal en la finca El Morro. Esta estructura se expresa gráficamente con una curva en forma de campana, muy diferente a la estructura irregular o de tipo de “J” invertida Louman *et al.*, (2001). Se estiman 38 árboles por hectárea el cual representa un área con vegetación rala, con un área basal de 0.96 m² ha⁻¹ y un volumen de 4 m³ ha⁻¹.

Uso de las especies arbóreas del bosque. El 55 % de las especies encontradas en el bosque de la finca El Morro, son de uso maderable, representados por 16 especies, sin embargo, estas se encuentran en las clases diamétricas

de 10 a 19.9 y de 20 a 29.9 debido a que están en pleno crecimiento, tales como, el genízaro, ceiba.

Especies comerciales como *Sterculia apetala* (Panamá), *Ceiba aesculifolia* (Ceiba), existen pocas, debido a que en años anteriores se practicó la extracción de leña y madera sin ningún plan de manejo forestal, por lo que se puso en riesgo la aparición de las especies maderables y las pocas que se encuentran están en estado de regeneración.

El área de bosque está compuesta por árboles jóvenes proveniente de una sucesión secundaria, el cual se está regenerando con muchas especies de bajo o ningún valor comercial.

Lamprecht 1990, menciona que entre las especies secundarias típicas no se encuentran las productoras de madera preciosa tropicales de alto valor y no tienen mucha demanda sobre todo si son de diámetro pequeño. Los productores consideran importante las especies maderables por sus usos múltiples, es decir que se utilizan para alfajilla, solera, tablas, horcones y otros (Núñez, 1996).

Uso de las especies en el área de tacotal. Se identificaron 27 especies en el área de tacotal y el 44% (12 especies) son maderables, lo que indica que el uso maderable tiene preferencia en la selección de especies, sobre todo como madera de construcciones rurales, a pesar de la decisión de cambio de uso del suelo (ganadería), por parte del propietario.

El 15% de las especies (4 especies), son de uso alimenticio para los animales silvestres y ganado vacuno.

Estado silvicultural de la vegetación del área de bosque.

El 30% de los árboles presenta fustes completamente rectos, el 56% se encuentran árboles con alguna curvatura y el 7% árboles curvos. El 51% de los árboles se encuentran sanos, no presentan ningún tipo de alteración física o biológica, el 16% de los árboles se determinó con daños leves, rajadura pequeña, rama delgada quebrada, pero que no compromete su crecimiento. Las causas de daños localizadas en los árboles por corresponden al 21% causados principalmente por masticadores, 33% por efecto de la acción antrópica y el 46% de los árboles en el bosque no presentan ningún daño.

Como acción antrópica se pueden mencionar los daños que provocan deficiencias en el crecimiento de los árboles, tales como, árboles cortados o descopados con machete, hachas, incluyendo el corte de árboles con motosierra. El estudio de estas variables es muy importante para evaluar y tener criterios para el manejo adecuado y conservación del bosque.

RECURSOS NATURALES

En cuanto a la incidencia de iluminación el 19% de los árboles reciben luz todo el día, árboles dominantes, el 56% recibe luz en la parte superior de la copa durante todo el día, los cuales serían árboles codominantes y 14 % de los árboles no recibe luz o pocas horas del día, determinándose árboles suprimidos.

Estado silvicultural de la vegetación del área de tacotal.
El 74% de los árboles localizados en el área de tacotal presentan una curvatura.

La vegetación arbórea en el tacotal presenta la calidad de fustes que se puede recuperar aplicando tratamiento de enriquecimiento y regulación de la competencia, se tiene que aumentar la densidad de árboles por hectárea

El 78% de los árboles identificados están sanos, 17% con daños leves y un 5% presenta daño severo, ramas grandes, quebradas y enfermos.

El 61% de los árboles no presenta ningún daño por ataque de insecto y el 39% presenta algún ataque en el follaje, ramas o fuste, esta variable es muy importante porque se puede conocer el grado de afectación de los individuos para aplicar los tratamientos silviculturales adecuados y de esta manera conservar la vegetación arbórea.

El 57% de los árboles reciben iluminación todo el día y el 35% recibe luz en la parte superior de la copa y 8% no reciben iluminación directa, sino difusa.

CONCLUSIONES

Las familias que sobresalen en el área de bosque son Mimosaceae, Fabaceae, Caesalpinaceae y la Sterculiaceae.

Las especies más abundantes son *Cecropia peltata* (Guarumo), *Spondias mombin* (Jocote Jobo) y *Guazuma ulmifolia* (Guácimo de ternero) con 24, 11 y 10 individuos respectivamente.

La densidad arbórea se estima de 118 árboles por hectáreas, área basal de 11.97 m² ha⁻¹ y un volumen de 70.3 m³ ha⁻¹ y en el área de tacotal se estima de 38 árboles por hectárea, área basal de 0.96 m² ha⁻¹ y un volumen de 4 m³ ha⁻¹. Esto quiere decir que existe un bosque medianamente denso y un tacotal con poca cobertura arbórea.

El estado silvicultural del bosque se encontró que el 30% de los árboles presenta fustes completamente rectos, el 56% se encuentran árboles con alguna curvatura y el 7% árboles curvos, los árboles con una curvatura, pueden ser regulados con tratamientos silviculturales fitosanitarios.

El principal uso de las especies en los tres ecosistemas de la finca El Morro, son para leña y maderable. En la finca el 100% de los árboles en potrero mayores de 10 cm de diámetro normal, se encuentran aislados y nunca formando pequeños grupos, evitando la circulación y colonización de animales, principalmente de mamíferos.

Los árboles en potrero presentaron aproximadamente densidades menores a 20 árboles por hectárea, los diámetros del 80% de los árboles no supera los 20 cm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cascante, MA; Estrada, A. 2001. Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. Revista Biológica tropical. San José Mar. 2001. vol.49 n.1.
- INIFOM (Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal, NI). 2003. Ficha Municipal de San Miguelito (en línea). Consultado en 23 oct 2013. Disponible en http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/RIO%20SAN%20JUAN/san_miguelito.pdf
- Lamprecht, H.1990. Silvicultura en los trópicos. Ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. trad. A. Carrillo República Federal de Alemania. GTZ. 335 p.
- Louman, B., Quirós, D. & Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosque latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, C.R: CATIE.267 P.
- Núñez, M. 1996. Usos de las especies forestales en 24 fincas de los municipios de Estelí, Pueblo Nuevo y La Trinidad del departamento de Estelí. Tesis Maestría. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 120p.
- Martínez, M. 2005. Bases para el manejo del arbolado urbano de las principales vías de acceso a la comuna de Maipú, región metropolitana. Tesis. Ing. For. Universidad de Chile; Escuela de Ciencias Forestales. Santiago de Chile. 124 p.
- Peña, J. 2013. Estado actual del bosque de galería de la parte alta del río Santa Elena, sector Norte de la Universidad Nacional Agraria, Managua. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 40 p.
- Prodan, M; R. Peters; F. COX; P. Real. 1997. Mensura Forestal. Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. 586 p.
- Sala, J. 1993. Árboles de Nicaragua; Instituto Nicaragüense de Recurso Naturales y el Ambiente (IRENA). Managua, Nicaragua. 390 p.
- Villanueva, C; Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F; Barrantes, J; Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas del pacífico central de Costa Rica. Agroforestería en las Américas (45):12–20.