

ISSN: 2305-5790

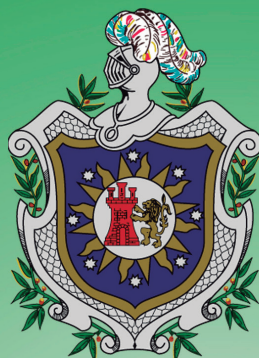
Revista Científica de FAREM-Estelí

Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano

Año 3 - Nº 11 - Julio - Septiembre, 2014

Edición especial

Estación Experimental para el estudio del Trópico Seco
“El Limón”



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua
Facultad Regional Multidisciplinaria, Estelí
FAREM - Estelí

Estelí, Nicaragua

MA. Elmer Cisneros Moreira
Rector, UNAN-Managua

MSc. Ramona Rodríguez
Vicerectora general, UNAN-Managua

MSc. Luis Antonio Rodríguez Pérez
Vicerector de Investigación, postgrado y extensión universitaria, UNAN-Managua

MSc. Máximo Andrés Rodríguez Pérez
Decano, FAREM-Estelí, UNAN-Managua

MSc. Beverly Castillo Herrera
Coordinadora Editorial de la Revista Científica FAREM-Estelí

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Manuel Enrique Pedroza Pacheco
Director de Investigación, UNAN-Managua

MSc. Eduardo López
Miembro del Consejo Universitario de FAREM-Estelí, UNAN-Managua

MSc. Alejandrina Herrera
Coordinadora Estación Experimental "El Limón".
FAREM-Estelí, UNAN-Managua

MSc. Dayra Blandón
Coordinadora del Centro de Gestión Integral de Riesgos y Desastres (GIRD).
FAREM-Estelí, UNAN-Managua

CONSEJO ASESOR

MSc. Sonia Tinoco Meza
Vicedecana de FAREM-Estelí, UNAN-Managua

MSc. Yasmina Ramírez Sobalvarro
Directora del Departamento de Ciencias Económicas.
FAREM-Estelí, UNAN-Managua

MSc. Emilio Lanuza Saavedra
Director del Departamento de Educación y Humanidades.
FAREM-Estelí, UNAN-Managua

MSc. Juan Alberto Betanco
Director del Departamento de Ciencia, Tecnología y Salud.
FAREM-Estelí, UNAN-Managua

MSc. Deyanira Arauz
Coordinadora de Postgrado. FAREM-Estelí, UNAN-Managua

PUBLICACION

Lic. Marjorie Gómez
Traducción de resúmenes

Darwing Joel Valenzuela Flores
Responsable de Diseño y Diagramación

ISSN: 2305-5790 Versión electrónica

La Revista Científica de la FAREM Estelí: medio ambiente, tecnología y desarrollo humano, es una publicación electrónica en la web, de periodicidad trimestral, editada por la Coordinación de Investigación de la Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, tiene el propósito de compartir las experiencias de investigación que desarrollan estudiantes y docentes. Este es un esfuerzo que pretende la articulación entre el quehacer de los docentes-investigadores y diferentes actores del sector público, sector privado, Organismos No Gubernamentales y población de Nicaragua.

Todos los derechos son reservados para su contenido, diagramas, fotos y resúmenes. Se autoriza la reproducción parcial o total por cualquier medio conocido, siempre y cuando sea con fines académicos. En caso contrario, se requerirá autorización expresa de la Coordinación de Investigación de la FAREM Estelí.

Los conceptos expresados en esta publicación periódica son producto de investigaciones debidamente fundamentadas. Sin embargo, los conceptos y opiniones expresados en cada artículo es responsabilidad de los autores y las autoras.

Contenido

Página

- Sobrevivencia y producción de biomasa, de acacia pennatula (schlecht.) Benth por efecto de tres alturas de poda EE. 2012 **5**
Josué Tomás Urrutia Rodríguez
Oscar Rafael Lanuza
Alejandrina Herrera
- Evaluación socioeconómica y ambiental de tres tipos de sistemas agroforestales en el Trópico Seco Nicaragüense **13**
Byron Moran Moreno
Alejandrina Herrera
Kenny López Benavides
- Sostenibilidad de Bancos Comunitarios de Semillas Criollas y Acriollas en el norte de Nicaragua **27**
Leonel Aarón Vilchez Ponce
Jonny Antonio González Benavidez
Eveling Giomar Lanuza Morales
Oscar Rafael Lanuza Lanuza
- Efecto de la intensidad de corte y actividad fotosintética en el crecimiento de grama (Paspalum notatum Flügge) en el trópico seco centroamericano (Mesas de Moropotente, Nicaragua) **39**
Karen Elizabeth Velásquez Meza
Jordi Bartolomé Fillelab
Kenny López Benavidez
- Biomasa aérea y modelos alométricos para Acacia pennatula, en condiciones naturales del trópico seco Nicaragüense **47**
Kenny López Benavides
Idania del Rosario Castillo Castillo
Doris del Carmen Altamirano Espino
- Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011 **57**
Veronica Ruiz
Robert Save
Alejandrin Herrera
- Evaluación del desarrollo y crecimiento de Enterolobium cyclocarpum, Maclura tinctoria en condiciones controladas, Estelí -Nicaragua **69**
Mariela Lisbeth Hernández Olivas
Beneyda Leticia Montalván Calderón
Ana María Flores Briones
Josué Tomas Urrutia Rodríguez
Kenny López Benavides
- Comportamiento Fenológico en tres rangos altitudinales de las especies Enterolobium cyclocarpum, Maclura tinctoria. Estelí, Nicaragua **81**
Mariela Lisbeth Hernández Olivas
Beneyda Leticia Montalván Calderón
Ana María Flores Briones
Josué Tomas Urrutia Rodríguez
Kenny López Benavides
- Efectos post – incendio en bosques de pino del trópico seco de Nicaragua **91**
Luis Miguel Velásquez Benavidez
Kenny López Benavides

Editorial

En esta REVISTA CIENTIFICA DE FAREM-Estelí, que corresponde a la edición No.11, año No.3, la hemos querido dedicar al trabajo que realiza la Estación Experimental “El Limón”, de UNAN-FAREM-Estelí. El objetivo de la Estación es generar conocimiento sobre el funcionamiento y estado de los sistemas forestales y agroforestales del trópico seco de Nicaragua, a fin de aportar a la gestión, protección, recuperación y uso sostenible de los recursos bosque, suelo, agua y biodiversidad. Actualmente está desarrollando investigaciones en dos líneas de investigación: 1) Agroforestería y sistemas silvopastoriles; y 2) Ecología Forestal. Los artículos que aquí se presentan corresponden a investigaciones que se han realizado en el período 2013-2014 en la región segoviana de Nicaragua.

Los artículos que presentamos en esta REVISTA CIENTITICA DE FAREM-Estelí, están organizados en base a las dos líneas de investigación que impulsa la Estación Experimental. En la línea de investigación en *Agroforesteria y sistemas silvopastoriles* se comparten cinco artículos científicos referidos a:

Sobrevivencia y producción de biomasa, de Acacia pennatula (schlecht) Benth por efecto de tres alturas de poda EE realizado en 2012. Se evalúa el rendimiento de la biomasa, capacidad de rebrote, sobrevivencia de Acacia pennatula establecida como regeneración natural hace 10 años. Se realizaron tres alturas de podas (2, 3 y 4 m), utilizando tres parcelas de 10 m² y se tomaron ocho por cada parcela. Se realizó un corte inicial en Noviembre del 2012. Se determinó la biomasa leñosa y comestible. Con los resultados obtenidos se concluye que a mayor altura de poda permite aumento en la sobrevivencia y número de rebrotes, con una menor longitud y diámetros de los mismos. Pero con incrementos significativos. Se tendría que proseguir con las mediciones de producción de biomasa de los rebrotes obtenidos.

Evaluación socioeconómica y ambiental de tres tipos de sistemas agroforestales en el Trópico Seco Nicaragüense en 2013. Se evalúa estos sistemas seis años después de haber sido promovidos por el programa socio ambiental y desarrollo forestal (POSAF) que se promovieron en la fase 2006-2007; se clasifican e identifican los aportes socioeconómicos, ambientales y tecnologías con mayor adopción. Se estudiaron 61 unidades productivas, ubicadas en la reserva natural Tisey-Estanzuela, parte alta de la subcuenca del río Estelí, trópico seco de Nicaragua. Los resultados permiten concluir que los productores agrupados en sistema agroforestal manejo de bosque con regeneración natural más pasto, presentaron los mayores aportes socioeconómicos en ingreso agropecuario y mayor cantidad de cabezas de ganado, pero hay mayor eficiencia en la producción de leche/ vaca/día en sistemas silvopastoriles. Económicamente las familias con sistemas

agrosilvícolas se clasifican de subsistencia y dependen más de ingresos económicos externos a la finca. Los productores agrupados en sistema silvopastoril presentaron los mayores niveles de éxito y adopción de tecnologías agroforestales en: cercas vivas, áreas con frutales, cantidad de diques, áreas de pasto y banco forrajero.

Sostenibilidad de Bancos Comunitarios de Semillas Criollas y Acriollas en el norte de Nicaragua 2013, es un trabajo monográfico para optar al título de Lic. en Ciencias Ambientales y se realizó dentro del convenio de la FAREM Estelí y la UNAG. En este artículo se caracteriza el estado actual de los bancos comunitarios, para conocer el estado actual. Se determinó el nivel de sostenibilidad de los bancos con la “Metodología para estimar el nivel de desarrollo Sostenible de los territorios rurales”. (Sepúlveda Sergio, et al 2005). Se proponen alternativas para mejorar el funcionamiento de los bancos comunitarios.

El artículo *Efecto de la intensidad de corte y actividad fotosintética en el crecimiento de grama (Paspalum notatum Flüggé) en el trópico seco centroamericano (Mesas de Moropotente, Nicaragua)*. Este trabajo se concluyó en 2013 con el objetivo de este trabajo es determinar el efecto de diferentes intensidades de corte y la actividad fotosintética, en el crecimiento del *Paspalum notatum Flüggé*. Teniendo como resultados que la intensidad de corte que produce mayor crecimiento del *Paspalum notatum* es la intensidad media, mostrando así que la frecuencia e intensidad de corte y la radiación fotosintética, se ve reflejado en el crecimiento del mismo.

El artículo sobre *Biomasa aérea y modelos alométricos para Acacia pennatula, en condiciones naturales del trópico seco nicaragüense*, se realizó en los reductos forestales de vegetación secundaria ubicados en la Estación Experimental – El Limón, Estelí, Nicaragua. El estudio concluyó en 2013 y consistió en evaluar la producción de biomasa forrajera y leña de Carbón (*Acacia pennatula Schltdl y Cham*) Benth, en condiciones naturales de vegetación secundaria en el trópico seco Nicaragüense. Con este fin, el experimento se enfocó en dos fases: 1) determinar la producción de biomasa forrajera y leña, 2) generar ecuaciones alométricas para estimar la producción de biomasa forrajera y leña. Se seleccionaron 26 individuos de Carbón, comprendidos en un rango amplio de altura y diámetro a la altura de pecho. Según los coeficiente de correlación de Pearson, las variables que asociaron a la producción de forraje fueron: diámetro de la base y longitud del rebrote ($R^2 = 0.635$), número de rebrotes ($R^2 = 0.647$) y diámetro a la altura de pecho ($R^2 = 0.722$). Mientras que la leña está asociada al diámetro de la base y longitud del rebrote ($R^2 = 0.617$ y 0.779), respectivamente. Todas las correlaciones antes mencionadas resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Las variables evaluadas se ajustaron a modelos de regresión lineal.

En la línea de Ecología forestal se están publicando cuatro artículos científicos referidos a:

Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, en el período 1993 al 2011. El análisis multitemporal permite detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las

repercusiones de la acción humana sobre el medio. El propósito del estudio fue evaluar el cambio de uso del suelo en el Paisaje Terrestre Mirafior Moropotente en el período 1993-2011, a través de imágenes satelitales, a fin de determinar el estado de fragmentación del paisaje. Los principales resultados muestran que los cambios de uso de suelo están determinados por la degradación antrópica, principalmente en la conversión de la vegetación nativa a espacios agrícolas y la expansión de la ganadería. El crecimiento demográfico y los monocultivos van ejerciendo presión sobre el bosque, transformando zonas de vocación forestal a cultivos agrícolas. Los cambios de cobertura han significado un paisaje fragmentado con diferentes grados de perturbación, que conllevan a una disminución de la superficie de hábitats naturales, reducción del tamaño de los fragmentos y aislamientos de los mismos.

Evaluación del desarrollo y crecimiento de Enterolobium cyclocarpum, Maclura tinctoria en condiciones controladas, Esteli –Nicaragua. Su objetivo fue aportar al conocimiento de las dinámicas de su comportamiento frente a estos cambios y obtener información sobre las condiciones en las que pueden desarrollarse estas especies. Se evaluó en la Estación Experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”, el comportamiento en crecimiento y desarrollo de plántulas de las especies *Maclura tinctoria* y *Enterolobium cyclocarpum*; sometidas a diferentes dosis de agua y grados de temperatura, contribuyendo así a su recuperación y conservación. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, haciendo una adaptación de la investigación realizada por Díaz. E (2010). Los datos obtenidos se analizaron utilizando la prueba de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis. Ninguno de los tratamientos de humedad aplicados en plántulas de *Maclura tinctoria* mostraron influencia significativa en diámetro al cuello de la raíz y altura, de igual forma ocurrió en altura de *E. cyclocarpum*, sin embargo en diámetro al cuello de la raíz mostraron diferencias significativas en el tratamiento de Cc más 50%. Las plántulas de ambas especies expuestas a temperatura ambiente (21.7 °C), mostraron diferencia significativa en diámetro al cuello de la raíz; y en altura presentaron diferencia las de *M. tinctoria* expuestas a 25.7 °C, y en *E. cyclocarpum* fueron las expuestas a 30 °C. Ambas especies se adaptan a cambios de temperatura y humedad, siendo recomendada en programas de reforestación.

El artículo titulado: *Comportamiento Fenológico en tres rangos altitudinales de las especies Enterolobium cyclocarpum, Maclura tinctoria en las áreas del bosque tropical seco del Norte de Esteli, Nicaragua*, evalúa el comportamiento fenológico en tres rangos altitudinales de las especies arbóreas: parte baja, parte media y parte alta. La observación de las características fenológicas se basó en la metodología de Fournier (1974). Los datos obtenidos se analizaron utilizando la prueba de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los individuos de la especie *M. tinctoria* mostraron diferencia significativa en el porcentaje de hojas, rebrotes y frutos en el rango altitudinal de 700 a 800 msnm; y *E. cyclocarpum* fue solamente en hojas y rebrotes en el rango altitudinal de 900 a 1000 msnm. La especie *Enterolobium cyclocarpum* es la que mejor se adapta a diferentes alturas, comportándose de manera similar, recomendada para utilizarla en programas de reforestación.

La investigación sobre los *efectos post–incendio en bosques de pino del trópico seco de Nicaragua, se realizó en la Reserva Natural Serranías de Dipilto y Jalapa*, tiene el objetivo de evaluar los efectos post-incendio en la riqueza y cobertura de herbáceas y leñosas, en bosque de pino. Se determinaron tres intensidades de incendio: alta, media, baja y un control (área no incendiada); mediante la cicatriz dejada por el fuego en los fustes de los árboles de pino. En la alta intensidad se encontraron 22 especies en total. Mientras que en la media y baja intensidad se registraron de 18 especies. En el área no incendiada, se encontraron 12 especies. Es evidente que la mayor riqueza de especies se observó en la alta intensidad, lo cual se debe a la activación de los mecanismos de rebrote y bancos de semilla. Este estudio permite concluir que el aumento de la cobertura de especies herbáceas y leñosas es directamente proporcional a las intensidades del incendio, la cual está vinculada a la riqueza de especies.

Esperamos que estas publicaciones sean de su interés y utilidad.

MSc. Beverly Castillo Herrera
Coordinadora Editorial de la Revista Científica FAREM-Esteli

Sobrevivencia y producción de biomasa, de acacia pennatula (schlecht.) Benth por efecto de tres alturas de poda EE. 2012

Josué Tomás Urrutia Rodríguez¹

Oscar Rafael Lanuza²

Alejandrina Herrera Herrera³

RESUMEN

En este ensayo se evaluó el rendimiento de biomasa, capacidad de rebrote, sobrevivencia de *Acacia pennatula* establecida como regeneración natural hace 10 años, Haciendo uso de tres alturas de podas (2, 3 y 4 m), utilizando tres parcelas de 10 m² en donde se tomaron ocho por cada parcela. Se realizó un corte inicial en Noviembre del 2012.

Se determino la biomasa leñosa y comestible. Con los resultados obtenidos se puede inferir que la producción de biomasa se ve levemente aumentada cuando las podas se realizan a 2 metros de altura con (578 kg de MS/ha), no presentando diferencias estadísticas comparadas con las demás alturas de poda ($P > 0.4993$). La sobrevivencia de *Acacia pennatula* se mantiene en 100% cuando las podas se hacen a 4 metros de altura, no así cuando se hace a 2 o 3 m de altura. La capacidad de rebrote de la especie se ve estimulada cuando la poda se hace a cuatro metros llegando a un promedio de 101 rebrotes, al contrario cuando se hace a 2 o 3 metros, la cantidad de rebrote disminuye en un 50%.

La calidad de los rebrotes (longitud y diámetro basal) se ve estimulada se presentan como significativos ($P < 0.040$), cuando se hacen las podas a menos alturas. Pero el incremento tanto de diámetro como de longitud de los rebrotes se ven incrementado cuando las alturas de podas se dan cuatro metros de altura, Se concluye que a mayor altura de poda permite aumento en la sobrevivencia y número de rebrotes, con una menor longitud y diámetros de los mismos. Pero con incrementos significativos. Se tendría que proseguir con las mediciones de producción de biomasa de los rebrotes obtenidos.

Palabras Claves: *Acacia pennatula*, altura de poda, sobrevivencia, rebrote

1 UNAN-Mangua/FAREM-Estelí, Estación experimental para el estudio del Trópico Seco. Correo electronico: josuerod20@yahoo.com

2 UNAN-Mangua/FAREM-Estelí, Estación experimental para el estudio del Trópico Seco. Correo electronico: rafa.artesano@gmail.com

3 UNAN-Mangua/FAREM-Estelí, Estación experimental para el estudio del Trópico Seco. Correo electronico: alejandjes@gmail.com

Survival and biomass production, of *Acacia pennatula* (schlecht.) Benth for effect of three pruning heights EE. 2012

Josué Tomás Urrutia Rodríguez¹

Oscar Rafael Lanuza²

Alejandrina Herrera Herrera³

ABSTRACT

In this study, the biomass yielding was evaluated, regrowth capacity, and survival of *Acacia pennatula* established as natural regeneration 10 years ago. Making use of three pruning heights (2, 3 and 4 m), using three 10 m² plots in which eight were taken per each plot. An initial cut was made in November 2012 and edible woody biomass was determined.

With the results obtained it can be inferred that biomass production increases slightly when pruning is performed at a 2 meter high (578 kg DM / ha), with no statistical differences compared to other cutting heights ($P > 0.4993$). The survival of *Acacia pennatula* remains at 100% when pruning is done at 4 meters high, but not when it is done at a 2 or 3 m high. The regrowth capacity of the species is encouraged when pruning is at four meters reaching an average of 101 regrows, contrary to when it is done within 2 or 3 meters, the amount of regrowth decreases by 50%.

The quality of the regrows (length and basal diameter) is stimulated and it is presented as significant ($P < 0.040$), when pruning is done in reduced heights. But the increase in both diameter and length of the regrows are increased when the heights of pruning are given at four meters high. It is concluded that the pruning height allows the increase in survival and in number of regrows, with a shorter length and diameters thereof; but with significant increases. Measurements of the production of biomass of regrows obtained would have to be continued.

Keywords: *Acacia pennatula*, pruning height, survival, regrowth.

¹ UNAN-Mangua/FAREM-Esteli, Experimental Station for the study of the Dry Tropics. E-mail: josuerod20@yahoo.com

² UNAN-Managua/FAREM-Esteli Experimental Station for the study of the Dry Tropics. E-mail: rafa.artesano@gmail.com

³ UNAN-Managua/FAREM-Esteli Experimental Station for the study of the Dry Tropics. E-mail: alejandjes@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En Nicaragua muchas de las especies forestales son de gran importancia como leña o combustible para la cocción de alimentos en los sectores rurales y urbanos. Siendo el sector rural el que depende exclusivamente de la madera como fuente de combustibles. Lo que produce una gran presión sobre el recurso bosque y forestal (Gregersen et al 1994; Nieto H. 2000).

Tomando en cuenta lo anterior y según (MAGFOR, 2009) la especie carbón, es una de las 60 especies, indicadas por especialistas forestales de nuestro país, como especie potencialmente comercial por sus múltiples usos en especial por el uso de ella como energética, maderable (Postes, arados), rápido crecimiento y por su importancia como forrajera en la época más crítica, como lo es la periodo seco del año. Otra de las habilidades del *A. pennatula* según el (OFI-CATIE, 2000) hace notar la importancia de manejar el carbón mediante cortas repetidas por su fuerte habilidad para el rebrote.

Acacia pennatula es capaz de colonizar y persistir tras la transformación del bosque seco tropical a la vez, una especie que se ha vuelto muy común en bosques secos transformados de toda Mesoamérica (Peguero, G. 2012). Según Nieto (Nieto, H. 2000) es el árbol más utilizado en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente, por la población de este lugar con un 33% de 28 especies utilizadas en la reserva. En la actualidad dados los usos posibles de la especie *Acacia pennatula*, se está utilizando más para forraje que para leña. En cuanto al uso como leña ha disminuido 30%, comparándolo con el uso que se le daba anteriormente para esta función. Entre los usos que sobresalen del carbón tenemos que son piezas importantes para postes y postes maestros, pero también para la elaboración de arado.

Es por esto que los cambios drásticos en el régimen de perturbación como en el conjunto de interacciones

bióticas, una gran parte de las especies forestales características del bosque seco mesoamericano no consiguen ni persistir ni propagarse, mientras que hay otras cuya abundancia y distribución se ha visto altamente favorecida (Esquivel et al., Tarrasón et al., 2010). Y se puede llevar a mención el caso de *Acacia pennatula* Benth., una leguminosa mimosoidea común como árbol disperso en potreros y en bosques secundarios desde México hasta el Ecuador (Ebinger et al 2000).

En cuanto a su capacidad como plantas nucleadoras se deben de hacer estudios más a profundidad dado que si se pueden observar en campo esta capacidad de nuclear a especies con similares capacidades como especie colonizadora y donde se pueden observar creciendo diferentes especies debajo de sus ramas a muy cerca de sus tallos y raíces. Slocum (2001) afirma que las especies pioneras capaces de establecer individuos aislados en los potreros, tendrían una importancia capital como “Nucleadoras” de la sucesión al facilitar el establecimiento de plántulas de otras especies tras el abandono de uso ganadero. Teniendo en cuenta siempre que pueden existir especies capaces de establecerse y pueden bloquear la sucesión durante décadas (Burgos & Maass 2004; Álvarez-Yépez et al., 2004; Peguero, G. 2012).

Al mismo tiempo como beneficio directo lo más recomendable financieramente es la utilización y producción de árboles de carbón, como postes con turnos de 19 años, por su mayor valor actualizado por volumen y unidad de tiempo (Nieto, H. 2000).

Por la importancia ecológica y socioeconómica que posee y brinda la especie *Acacia pennatula*, y tomando en cuenta la presencia en un 70% del área en la Estación Experimental en la FAREM-Estelí, se evaluará la capacidad de esta especie del rebrote bajo diferentes intensidades de podas y composición tanto del banco de semillas bajo el carbón como de los brizales y latizales

La presencia de esta especie y su dominancia en el territorio, que compone la Estación nos permite y nos empuja a realizar algunos trabajos de investigación que nos indiquen cual es el manejo más adecuado que se le debe dar a la especie lo que permitirá tener una herramienta que permita al productor saber cuánto está produciendo el bosque de *Acacia pennatula* y el manejo mas adecuado que se le debe de dar, a este tipo de vegetación.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área

Localización y clima: Las Estación Experimental se encuentra ubicada dentro de la zona de amortiguamiento de Área Protegida de El Tisey – La Estanzuela, dicha Estación se encuentra a 1.5km de al suroeste de la ciudad de Estelí. Este sector pertenece según Holdrich, al Bosque seco Tropical, con temperaturas promedio de 24-26°C, con lluvias irregulares comprendida entre los meses de mayo y octubre, con un periodo canicular de julio a agosto, con una precipitación anual que oscila entre 800-900mm y una altura de 800 y 884msnm (Zeledón, A. 2004). Su ubicación geográfica se encuentra entre las coordenadas 0568720 y 1443707.

Suelos: Los suelos del área de La Estación Experimental se clasifican como suelos vertisoles, de textura franco arcillosa, suelos muy compactados, aunque ricos en fosforo, potasio y calcio pero bajas cantidades de Materia Orgánica muy pobre en nitrógeno, presentado pH (C2O) cercanos a la neutralidad (Alcañiz, 2005; Archivos Estación Experimental). Dado el grado de degradación de los suelos se determina, dejar reposar el terreno para evitar que siguiera la compactación y erosión hídrica en los mismos. Es de esta manera que en este periodo de reposo permite la regeneración natural la cual en un 75% de la Estación está conformada por vegetación secundaria, la que es dominada por carbón (*Acacia pennatula*), que está ubicada en diferentes sectores de la Estación y que tiene diferentes edades

que van desde los ocho, nueve y diez años (Urrutia, J 2007).

Diseño y Tratamiento: En la áreas en regeneración natural con dominancia de carbón (*Acacia pennatula*), en la Estación Experimental, que se estableció sobre un sustrato herbáceo dominado por zacate Estrella ***Cynodon nlenfuensis*** Vanderyst, se estudio la influencia de tres alturas de poda (2, 3 y 4 m), en la producción de biomasa foliar, ramas delgadas y ramas gruesas, capacidad de rebrote, sobrevivencia. Se emplearon parcelas de 50 x50 m, a lo interno de estas se establecieron sub-parcelas de 10 x 10 m, podando el total de los individuos pertenecientes a esta especie y tomando tres individuos para la realización de los pesos de las tres estructuras de la planta, para sus respectivas mediciones.

Procedimiento experimental: Se dispondrán tres parcelas por cada uno de los sectores de bosques de (*Acacia pennatula*), de las cuales se dispondrán 25 sub-parcelas de 10*10m, donde se tomaran en cuenta todos los individuos pertenecientes a la especies. Se efectuó una poda inicial en noviembre de 2012, para establecer la distribución de los tratamientos (altura de corte) a las unidades experimentales cada uno de los árboles de corte (árboles) ubicado en cada parcela y se definió la sobrevivencia de los individuos sometido a la poda. Con el fin de conocer como se comportara la masa residual de los rebrotes luego de la intervención, se utilizara los incrementos porcentuales que reflejen cuales son las ganancias en diámetro basa y longitud del cada rebrote por tratamiento. Se utilizara la ecuación recomendada por (Husch et al 1982) $I(x)=(M2-M1)/M1$

Mediciones: En el primer momento de midieron las alturas de la base al ápice del individuos y diámetros a la altura del pecho, de las unidades experimentales dentro de las parcelas. Se realizaron mediciones cuantitativas de la biomasa foliar (hojas y retoños no lignificados) y de la biomasa leñosa (ramitas lignificadas y ramas gruesas); a continuación se secaron las muestras en

la estufa a 70°C, por un periodo de 48 horas, para determinar la biomasa seca. Al mismo tiempo se realizaron los conteos con los cuales se determino la sobrevivencia por cada una de las alturas de poda.

Con las mediciones realizadas anteriormente se encontraron los rendimientos en biomasa por hectárea a diferentes alturas de poda, capacidad de rebrote y sobrevivencia de los individuos sometidos a poda.

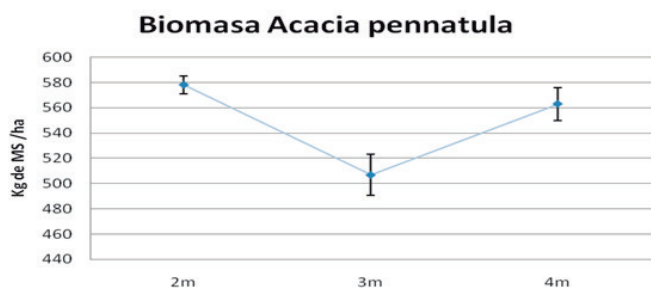
A partir de la poda realizada y datos obtenidos en la evaluación de biomasa, rebrote y sobrevivencia se relazaron análisis de la varianza para demostrar la significancia de los indicadores medidos bajo las diferentes podas realizadas a los individuos de carbón. Para el análisis de los datos se utilizará el programa StatView.

RESULTADOS

Determinar la producción de biomasa en arboles de *Acacia pennatula*

Los rendimientos de biomasa total, leñosa y comestible cosechada a la primer corta no difieren estadísticamente entre los tratamientos aplicados ($P > 0.4993$).

Los mejores resultado al evaluar la biomasa se encuentra que las alturas de poda que presentan mayores kilogramos de biomasa estas cuando se podan los árboles a 200 y 400cm, presentado los menores rendimiento en biomasa seca la poda a 300cm, lo cual puede estar dado por la posición de los arboles dentro del bosque.



Gráfica 1. Biomasa de *Acacia pennatula* (EE 2013)

Estos resultados pueden estar dado por la edad que presentan los arboles dado que es similar en estos carbonales que puede estar por los 10 años de edad y están en la misma altura además de ser coetáneos.

El incremento a los 200 y 400cm posiblemente esté relacionado con el incremento de los recursos ambientales (agua, temperatura y luminosidad) y el uso más eficiente de los nutrientes por algunas individuos; esto motiva una menor movilización de los carbohidratos solubles y otras reservas como una única fuente de producción vegetativa (Soca et al 1997; Mochiutti, 1995).

Tabla 1. Producción de biomasa total y por cada uno de las estructuras evaluadas

Altura de corte cm	Biomasa Total kg de MS/ha	Biomasa Comestible kg de MS/ha	Biomasa leñosa kg de Ms/ha
2m	578	140	438
3m	507	146	361
4m	563	141	422

Efecto de la intensidad de poda en arboles de *Acacia pennatula*

La poda aplicada a diferentes grupos de árboles de *Acacia pennatula* fue realizada en tres fechas, los efectos de la poda se demuestran gráfica 2 en donde los árboles con mas individuos sobrevivientes es la poda aplicada a 4 metros de altura con una sobrevivencia hasta el momento de la medición del 100%, lo cual por el tipo de poda, se espera que valla muriendo individuos al pasar del tiempo, aunque algunos autores indican que las especies arbóreas propias del bosque seco tiene alta capacidad de rebrote (Mostacedo, 2001) y que esta capacidad la tienen el 45% de las especies arbóreas.

Los tratamientos con podas a menos de 4 metros de alturas presentan una sobrevivencia menor al 75% de

los individuos. A pesar de la alta capacidad de rebrote de las especies arbóreas existen otras variables que se tiene que tener en cuenta, tales como el momento de la poda, el esta fisiológico de la planta, las plagas fitófagas que estén relacionadas con las especies arbóreas del lugar.

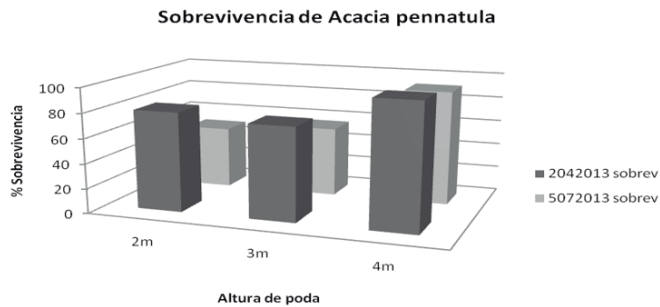


Gráfico 2: Sobrevivencia de árboles de Acacia pennatula a diferentes de poda (2013)

Se debe de tener en cuenta que la capacidad de rebrote de las especies arbóreas propias del bosque seco tropical pueden ver afectada su capacidad de rebrote después de una perturbación intensas y más si estas ocurren hacia el final de la estación seca, lo que según Peguero (2012) podría estar dado por la reducción de la disponibilidad de algunos elementos como el N y P, cuando se provocan alteraciones sobre los árboles. Otros autores han observado en *Glericidia sepium*, que las cantidades de almidón y azúcares solubles después de las poda disminuyen, principalmente en las reservas del tallo, a cambio especies como *Leucaena leucocephala*, las reserva tanto en tallo como en raíces para restaurar el total de las reservas después de la poda (Casanova-Lugo, et al 2010; Latt et al., 2000).

Se puede observar el ataque de algunos escarabajos que raspan la corteza de los árboles podados, ovopositando sus huevos por todo el contorno del tallo. Macías-Sámano (2010) no dice que la podas no debe de exceder más de una cuarta parte del árbol, ya que el no seguir esta regla, el vigor del árbol disminuiría fuertemente, promoviendo el desbalance entre el crecimiento de la copa y la raíz, el árbol puede estresarse, y puede ser presa fácil de enfermedades y algunos insectos barrenadores.

Lo anterior explica la muerte paulatina de los árboles que se cortaron por debajo de los tres metros.

Capacidad y calidad de los rebrote encontrados en *Acacia pennatula*

La capacidad de rebrote en *Acacia pennatula* se ve afectada por la altura de poda como se puede notar cuando se hace a mayor altura la poda, mayor es la cantidad de rebrotes que se dan en la poda realizada a 4 m de altura produce en promedio hasta 101.3 rebrotes, al contrario las podas realizadas más baja en el fuste de la planta, se presentan como menores en la cantidad rebrotes presentando en promedio los tratamientos 2 y 3 m 59 y 52 rebrotes un poco más de la mitad de los que presentan la poda a realizado a cuatro metros.

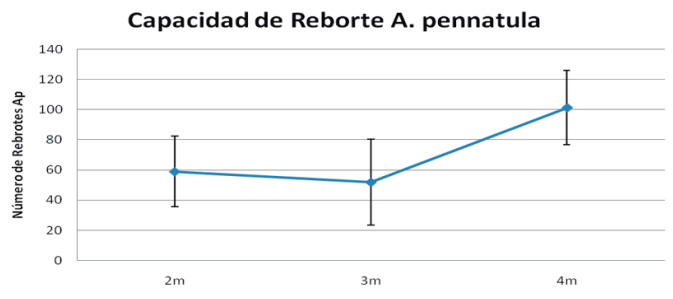


Gráfico 3. Capacidad de rebrote a diferentes alturas de poda en *A. pennatula*, (EE 2013).

Este hallazgo se puede explicar en algunas investigaciones realizadas con antelación por otros investigadores que afirman que la altura de podas al ser más elevadas podría activar las producciones de biomasa (rebrote) (Soca et al 1997), Field y OeMatan (1990) y Gizachew (1992) obtuvieron rendimientos más significativos con la mayor altura empleada. También se han observado incrementos en la producción al realizar cortes a mayores alturas (Gutteridge y Shelton, 1993).

Tabla 2. Calidad de los rebrotes obtenidos por cada una de las estructuras evaluadas a diferentes alturas en *A. pennatula*.

Altura de poda (m)	2 metros	3 metros	4 metros
Diametro (mm)	0.31	0.43	0.26
ES+-	0.032	0.52*	0.025
Longitud Rebrote (cm)	37	33.6	14.5
ES+-	7.2**	4.1**	2.1

En cuanto al diámetro de los rebrotes podemos notar que los emitidos después del tratamiento de poda a tres metros se presentan como los más largos dentro de los tratamientos evaluados y son estadísticamente mayores ($P < 0.040$), lo cual puede estar explicado en que estos árboles son de diámetros mayores y hayan tenido una mayor exposición a la radiación solar.

Al igual al medir la longitud de los rebrotes en los tratamientos en los que se aplico una poda a 2 y 3 metros, de altura se presentan como estadísticamente significativos o son los más largos comparados el tratamiento aplicado a 4 metros de altura (tabla 2)

Incremento de crecimiento de rebrotes

Chaves & Mora 2010; Johnston et al 1967 recomiendan estos tipos de estudios dado que permiten determinar los rendimientos en las diferentes edades de las plantas.

CONCLUSIONES

La poda recomendada en árboles de *Acacia pennatula* tiene una mayor sobrevivencia cuando se hacen las podas a 4 metros de altura, dado que presenta hasta un 100% de sobrevivencia de los individuos podados.

La producción de biomasa (MS) no presenta diferencias significativas, haciendo la poda a diferentes alturas la biomasa total, leñosa y comestible es similar en los tres tratamientos aplicados.

La poda se realiza a 4 m produce una mayor presencia de rebrotes, hasta 101.1 rebrotes, lo cual está dado por la altura de poda y el menor ataque de insectos sobre los arboles muestreado.

En los individuos podados a 2 y 3 metros de altura por tener una menor cantidad de rebrotes, se ve estimulado la longitud y diámetro (dab) de los mismos, y se presentan como altamente significativos, al comparar los diferentes tratamientos.

BLIBLIOGRAFIA

- González, L. 2010. Evaluación de los cambios ecológicos en la estructura vegetal de las pasturas en la macrozona semiseca de Miaraflo Moropotent. Tesis mografica. 52p.
- Peguero, G. 2012. Colonización y persistencia de *Acacia pennatula* en bsoques tropicales secos transformados. Tesis Doctoral. Bellaterra, Barcelona. 144p.
- López et al. 2003. Realciones alométricas para la predicción de biomasa forrajera y leña de *Acacia pennatula* y *Guazuma ulmifolia* en dos comunidades del norte de Chiapas, México. INCI vol.28 no.6 Caracas junio 2003. Asociación Interamericana. 15p.
- Macías-Sánano. 2010. Manual de podas para árboles. Con énfasis en el uso de podas para el contro del barrenador *Hypsipyla grandella*, plaga del Cedro y la Caoba. ECOSUR, Colegio de la Frontera Sur. 26p.
- Nieto, Hernández. 2000. Contribucion de la *Acassia pennatula* (Carbón) a la productividad agroforestal sostenible de la Reserva Natural Protegida Miraflo Moropotent. Thesis N°677. C.2. 69p.
- MAGFOR, 2009. Resultados del inventario nacional forestal Nicaragua 2007-2008. 229p.
- Ruiz, S. 2010. Lluvia de semillas de *Lupinus elegans* Kunth en un proyectos de restauración ecológica. *Biológicas*. 12(2):72-74. 3pag.
- Urrutia, J. 2007. Flora y Fauna en el Centro de

- Investigación y Educación Ambiental. Revista OSTAYO. FAREM-Estelí, UNAN-Managua. 24p.
- Zeledón, A. 2004. Estructura del Bosque seco Tropical y sus usos en las comunidades El Limón, El Coyolito y El Dorado. Tesis de Maestría Medio Ambiente y Recursos Naturales. 125p.
- Ebinger, J.E., Seigler, D.S., & Clarke, H.D. (2000) Taxonomic revision of South American species of the genus *Acacia* subgenus *Acacia* (Fabacea: Mimosoideae). *Systematic Botany*, 25, 588-617.
- Esquivel, M.J., Harvey, C.A., Fienegan, B., Casanoves, F., & Skarpe, C. (2008) Effects of pastures management on the natural regeneration of neotropical tree. *Jurnal of Applied Ecology*, 45,371-380.
- Slocum, M.G. (2010) How tree species differ as recruitment foci in a tropical pasture. *Ecology*, 82, 2547-2559.
- Mostacedo, B. et al. (2001) Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia. *Ecología de Semillas y plántulas de arboles maderables en bosques tropicales de Bolivia*. Santa Cruz, Bolivia. 224p.
- Medina, E. Pruning Mature Trees, de la International Society of Arboriculture, Champaign, IL, por José Eduardo Medina, Arbolista Certificado, Chicago, IL. Sociedad Internacional de Arboricultura (ISA). http://www.isahispana.com/treecare/resources/pruning_mature_trees.pdf.
- Casanova-Lugo et al. 2010. Efecto del intervalo de poda sobre la biomasa foliar y radical en árboles forrajeros en monocultivo y asociados. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 12, núm. 3, setiembre-diciembre, 2010, pp. 657-665, Universidad Autónoma de Yucatan México. Red de revistas de América Latina, Caribe, España y Portugal. Sistema de Información Científica.

Evaluación socioeconómica y ambiental de tres tipos de sistemas agroforestales en el Trópico Seco Nicaragüense

Byron Moran Moreno¹

Alejandrina Herrera²

Kenny López Benavides³

RESUMEN

En Nicaragua diferentes organizaciones con financiamiento externo y durante muchos años han promovido sistemas agroforestales. Este estudio evalúa tres tipos de sistemas agroforestales 6 años después de haber sido promovidos por el programa socio ambiental y desarrollo forestal (POSAF), fase 2006-2007; se clasifican e identifican los aportes socioeconómicos, ambientales y tecnologías con mayor adopción. Se estudiaron 61 unidades productivas, ubicadas en la reserva natural Tisey-Estanzuela, parte alta de la subcuenca del río Estelí, trópico seco de Nicaragua. Los resultados muestran que estadísticamente hay una agrupación de tres sistemas agroforestales, que coincide con la clasificación realizada desde la planificación del programa, pero indistintamente del sistema, se promovió y ejecutó tecnologías agroforestales similares. El ingreso agropecuario por unidad productiva mostró diferencias significativas ($p=0.0119$) en sistemas agrosilvícolas (SAF), siendo el valor medio mensual menor (US\$103.59 \pm 30.83 dólares/mes) que en sistemas silvopastoril y de manejo de bosque. La mayor cantidad de cabezas de ganado fue estadísticamente diferente ($p=0.012$) en sistemas manejo de bosque con regeneración natural más pasto (MBRNP) que en los otros dos sistemas agroforestales. Las tecnologías con mayor éxito y adopción fueron: cercas vivas, establecimiento de frutales, regeneración natural; manejo y conservación de bosques. Los principales aportes ambientales identificados fueron: sombra, disminución de la erosión del suelo, conservación de humedad y división de fincas. En conclusión, los productores agrupados en sistema agroforestal manejo de bosque con regeneración natural más pasto, presentaron los mayores aportes socioeconómicos en ingreso agropecuario y mayor cantidad de cabezas de ganado, pero hay mayor eficiencia en la producción de leche/ vaca/día en sistemas silvopastoriles. Económicamente las familias con sistemas agrosilvícolas se clasifican de subsistencia y dependen más de ingresos económicos externos a la finca. Los productores agrupados en sistema silvopastoril presentaron los mayores niveles de éxito y adopción de tecnologías agroforestales en: cercas vivas, áreas con frutales, cantidad de diques, áreas de pasto y banco forrajero.

Palabras Claves: Sistemas agroforestales, aportes socioeconómicos, unidades productivas, trópico seco, POSAF.

1 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco Correo Electrónico: byron.moran4@gmail.com

2 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco. Correo Electrónico: alejandjes@gmail.com

3 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco. Correo Electrónico: kenny.lb@hotmail.com

Socio-economic and environmental evaluation of three types of agroforestry systems in the Nicaraguan Dry Tropics

Byron Moran Moreno¹

Alejandrina Herrera²

Kenny López Benavides³

ABSTRACT

In Nicaragua different organizations with external funding, and for many years, have promoted agroforestry systems. This study evaluates three types of agroforestry systems six years after being promoted by the socio-environmental and forestry development program (POSAF) phase 2006-2007; socio-economic, environmental and technology contributions adopted the most are classified and identified. Sixty one production units located in the natural reserve Tisey-Estanzuela, upper part of the river basin of Estelí, dry tropics of Nicaragua were studied. The results show that statistically there is a grouping of three agroforestry systems, which coincides with the classification made from the planning of the program, but regardless of the system, similar agroforestry technologies were promoted and executed. The agricultural income per farm showed significant differences ($p = 0.0119$) in agroforestry systems (AFS), being the average monthly value lower (U \$ 103.59 ± 30.83 dollars / month) than in silvopasture and forest management systems. Most cattle was statistically different ($p = 0.012$) in systems of natural management with regeneration of forest with more grass (MBRNP) than in the other two agroforestry systems. The most successful and adopted technologies were: hedges, planting of fruit trees, natural regeneration; management and conservation of forests. The main environmental contributions identified were: shadow, reduced soil erosion, moisture conservation and division of property. In conclusion, producers grouped in forest management in agroforestry systems with natural regeneration plus grass, had the highest socioeconomic contributions in agricultural income and with foremost cattle, but there is more efficiency in milk production / cow / day in silvopastoral systems. Economically, families with agroforestry systems are classified as subsistence and depend more on external incomes apart from the farm. The producers grouped in silvopastoral system had the highest levels of success and in the adoption of agroforestry technologies: hedges, areas with fruits, number of ditches, grazing areas and fodder banks.

Keywords: Agroforestry, socioeconomic contributions, productive units, tropical dry POSAF.

1 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Estación Experimental station for the study of the dry tropics. E-mail: byron.moran4@gmail.com

2 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Experimental station for the study of the dry tropics. E-mail: alejandjes@gmail.com

3 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Experimental station for the study of the dry tropics. E-mail: kenny.lb@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

América Central y el Caribe están afrontando uno de los mayores retos en cuanto al uso de tierras rurales, la deforestación, la escasez de productos forestales y la degradación ambiental en tierras agrícolas frágiles bajo presión poblacional. Una de las repuestas al problema ha sido la agroforestería (Current D. et ál. 1995:3). Según (FAO, 2008) los sistemas agroforestales son un conjunto de tecnologías de manejo de suelo, agua, nutrientes y vegetación, que incluyen la gestión del suelo, manejo agronómico del cultivo y manejo forestal en los sistemas productivos. Los sistemas agroforestales se caracterizan por su estructura (naturaleza y arreglo del componente), función, usos y beneficios (Nair 1989; 1997; Somarriba 1998; Andrade 2002).

La agroforestería, como un sistema sostenible de uso de la tierra, precisamente se adapta en la estrategia de desarrollo sostenible. Las tecnologías agroforestales son herramientas promisorias dentro de este enfoque para mejorar el bienestar de la población rural y la conservación de su base de recursos. La agroforestería puede contribuir a reducir la tasa de deforestación, mantener la biodiversidad, mantener la integridad de las cuencas y la estabilidad del clima (Krishnamurthy, Ávila, 1999). (Toruño P. J. et al. 2012:5), menciona que los principales beneficios después del establecimiento de sistemas adaptativos como SAF son: incremento de la producción, restauración de los ecosistemas, recuperación de la biodiversidad, reducción de la erosión y reducción de la contaminación de las aguas.

Desde su estudio, las actividades regionales de agroforestería han tenido una documentación muy pobre, los esfuerzos para monitorear los proyectos han sido débiles o inexistentes (Current, et ál, 1995). Por su parte (Mendieta & Rocha, 2007) revelan que en América Central no se han llevado a cabo investigaciones sistemáticas en agroforestería. Sin embargo, varias técnicas de mezclas de árboles con

cultivos alimenticios fueron bien conocidas por los indios precolombinos, particularmente la práctica de agricultura migratoria, los huertos caseros, la mezcla de árboles y cultivos a lo largo de zanjas. Pero muchas de estas combinaciones todavía no están bien documentadas.

Diferentes organizaciones en Nicaragua con financiamiento externo y durante muchos años han promoviendo este tipo de sistemas, con el fin de hacer más integral la producción, tener mayor cantidad de alimentos, ingresos y generar otros bienes y servicios ambientales (FAO/PESA, 2010). La diversificación a través de los sistemas agroforestales podría brindar a los agricultores ventajas como: mejor uso de los recursos disponibles, mayor ingreso económico, menos dependencia de un solo cultivo y aumento de la disponibilidad de alimentos. (Lundgren y Raintree, 1983) afirman que muchas tecnologías son capaces de aumentar la productividad, pero cuestiona, ¿son sostenibles?, de igual manera hay numerosas tecnologías para la conservación de los recursos, pero ¿son productivas?. La agroforestería ha demostrado un potencial significativo para lograr ambos objetivos simultáneamente.

El programa socioambiental y desarrollo forestal (MARENA-POSAF), promovió e implementó en diversas zonas de Nicaragua, el manejo integrado de cuencas y reconversión de áreas agropecuarias convencionales por sistemas amigables con el medio ambiente, como son los sistemas agroforestales; para esto entregó incentivos materiales, económicos y capacitación a productores. Tomando en cuenta a (Kaimowitz, 1996:XI), muchos proyectos de MRN¹ se financian sin componentes de investigación, aduciendo que no son necesarios. Sin embargo, la experiencia demuestra que alguna investigación hace falta. A criterio de (Flores et al 2001:29) las investigaciones realizadas en SAF en Nicaragua han sido poco diseminadas.

¹ MRN. Manejo de Recursos Naturales

Tomando como base las experiencias promovidas e implementadas por el programa socioambiental y desarrollo forestal (POSAF) en unidades productivas de la subcuenca río Estelí, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el éxito de tres sistemas agroforestales implementados, desde su clasificación, aportes socioeconómicos y ambientales a las familias beneficiadas. Esto permitirá que organizaciones y entidades del sector agropecuario y forestal cuenten con elementos útiles para la planificación y toma de decisiones acertadas en nuevas inversiones de proyectos similares.

86°17'34" longitud oeste (MARENA-POSAF, 2001). (INETER, 2013), reporta que para el periodo 2003 – 2013 la temperatura media anual fue de 24.6 °C y la precipitación media anual fue de 910 mm. Los rangos de elevación oscilan de 600 a 1.269 msnm (MARENA-POSAF, 2001).

Según Holdridge (1987) se clasifica como zona de vida de bosque Sub Tropical, transición a húmeda, Sub Tropical húmeda y Montano transición a húmedo. La población estimada en la parte alta de subcuenca del río Estelí es de 3059 habitantes (INIDE 2008). Es una subcuenca de prioridad muy alta por el profundo nivel de intervención agropecuaria e inadecuado manejo de los recursos naturales (MARENA-POSAF, 2001).

Sistemas y tecnologías agroforestales promovidas

En la tabla 1, se describen los sistemas agroforestales y tecnologías de conservación de suelo y agua promovidas por El Programa Socio ambiental y Desarrollo Forestal (POSAF II), fase 2006 al 2007.

Tabla 1. Menú de tecnologías y prácticas promovidas en unidades productivas, Subcuenca Río Estelí.

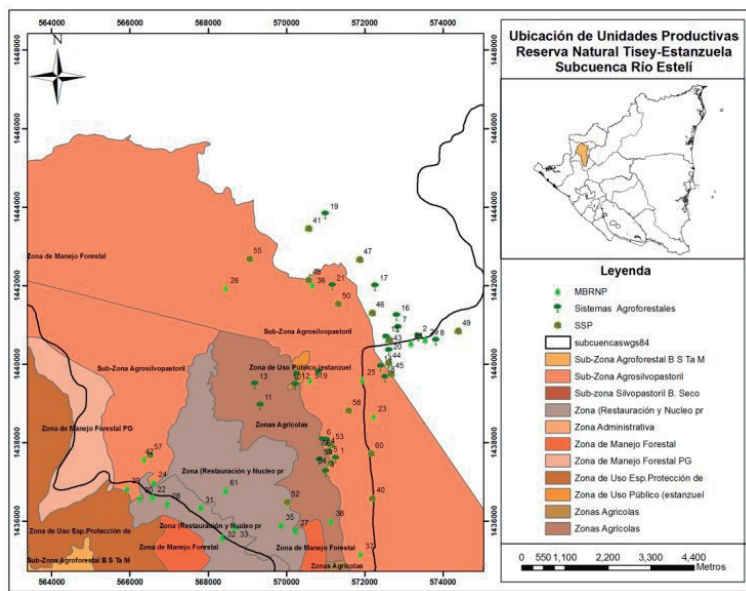


Figura 1. Ubicación de unidades productivas y tipo de sistemas agroforestales estudiados. Reserva Tisey Estanzuela. 2013.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Reserva Natural Tisey-Estanzuela, ubicada al suroeste del departamento de Estelí, Nicaragua; con extensión de 9,339.9 ha (MARENA-DGPN, 2009). Fue declarada Área Natural Protegida de Interés Nacional mediante Decreto Ejecutivo No.42-91 (MARENA-SINIA, 2010). La reserva se localiza en la parte alta de la subcuenca del río Estelí, con una extensión de 1,326.50 km²., entre las coordenadas 13° 13'33" latitud norte y

Tecnologías promovidas en sistemas agrosilvícolas (SAF)	Tecnologías promovidas en sistema silvopastoril (SSP)	Tecnologías promovidas en manejo de bosque con regeneración más pasto (MBRNP)
Cercas vivas (m)	Cercas vivas (m)	Cercas vivas y Rondas corta fuegos (m)
Plantaciones Agroforestales (ha)	Plantaciones silvopastoriles (ha)	Reforestación y plantación industrial (ha)
Barreras vivas de doble propósito (m)	Banco forrajero de gramíneas y de plantas forrajeras (ha)	Bancos forrajeros de gramíneas (ha)
Establecimiento de frutales Injertos (ha)	Establecimiento de pasturas mejoradas (ha)	Bancos forrajeros de plantas (ha)

Barreras vivas arbustivas (m)	Establecimiento de frutales (ha)	Establecimiento de frutales (ha)
Cultivos de cobertura (ha)	Obras de conservación de suelo y agua (m)	Manejo de la regeneración Natural con pasto (ha)
Obras de Conservación de Suelo y Agua (herramientas). (m)		Plan de manejo de bosques latifoliados y de pino; Recursos Naturales (ha) y (POA)
Otros incentivos entregados fueron: pies de cría de lombrices, prácticas optativas, hornillas mejoradas, arados mecanizados, incentivos económicos, reservorios de agua; capacitación y asistencia técnica.		

Fuente: Adaptado de informe final y reglamento operativo, FIDER² - POSAF II, 2007.

Muestreo

A la población de 72 productores beneficiados, se aplicó muestreo probabilístico estratificado, determinando: 22 en sistemas agrosilvícolas (SAF), 18 en sistema silvopastoril (SSP) y 21 en sistema manejo de bosque con regeneración natural más pasto (MBRNP), sumando un total de 61 productores. Los criterios de selección fijados fueron: haber sido beneficiado por POSAF II, vivir en la finca en los últimos 6 años y voluntad de participar en esta investigación.

Técnicas e instrumentos utilizados en el estudio

Para este estudio se diseñó y aplicó una encuesta con preguntas abiertas y cerradas a productores beneficiados con sistemas agroforestales, permitiendo caracterizar y clasificar los sistemas dentro de las unidades productivas (UP). Así mismo, se realizaron recorridos por parcelas para valorar estado actual de sistemas, identificar los factores de éxito y fracaso que han limitado o favorecido su adopción y evaluar aspectos socioeconómicos y ambientales. En el recorrido, con GPS (etrex Legend H), se ubicó geográficamente cada una de las unidades productivas.

² FIDER. Fundación de investigación y desarrollo rural (Organismo Coejecutor del POSAF)

Análisis de la información

Previo a la realización de pruebas estadísticas, así como para comprobar la normalidad de los datos y determinar qué tipo de análisis realizar, se aplicó la prueba de Kolmogorov Smirnov (K-S) a cada una de las variables que se les aplicó ANOVA.

En la clasificación de los sistemas se aplicó análisis discriminante multivariado con funciones canónicas (Hernández, R. et al., 1995) y para la variable producción de leche/día se realizó análisis de conglomerados. Los software utilizados para el procesamiento estadístico fueron, Infostat versión 2008, SPSS 18, complementado el ordenamiento de datos y análisis con Excel 2007.

Variables evaluadas

Para la clasificación de los sistemas agroforestales encontrados y tomando en cuenta su estructura y función, se seleccionó 24 variables relacionadas a las principales tecnologías agroforestales y prácticas complementarias de conservación de suelo implementadas por el programa. Para tener un mayor nivel de confianza en los resultados se definieron cuatro grupos de variables: Las tecnologías agroforestales promovidas y establecidas como: reforestación, cercas vivas, pasto mejorado, regeneración natural, plantación industrial, frutales establecidos y barreras vivas de gramíneas con doble propósito. Tecnologías que se continúan realizando después del proyecto siendo éstas: reforestación, cercas vivas, pasto mejorado, barreras vivas y regeneración natural. También se tomaron aquellas tecnologías y prácticas consideradas con mayor nivel de éxito, como: barreras vivas, cercas vivas, bancos forrajeros, manejo de bosques, frutales y regeneración natural y finalmente se incluyó variables de tecnologías que hacen aportes como: madera, postes, estacas prendedizas, frutas y forraje.

Otras variables socioeconómicas evaluadas fueron: ingreso agropecuario en dólares³, producción de leche

³US\$: dólares americanos. Se convirtieron utilizando la tasa de cambio de córdobas a dólares del Banco Central de Nicaragua.

(l/vaca/día), cantidad de cabezas de ganado por sistema agroforestal, cantidad de aves de patio y consumo de leña (t/año).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clasificación de los sistemas Agroforestales

Los resultados muestran que la clasificación de los productores agrupados por sistema se ha realizado adecuadamente en el 93.4% de los casos. Sin embargo, 22 sistemas clasificados originalmente como agrosilvícolas, estadísticamente solo pertenecen 20 (90.9%), 2 de éstos deberían estar agrupados dentro del sistema silvopastoril; de 18 productores en SSP, pertenecen 17 (94.4%) y 2 se clasifican para el sistema MBRNP, y de los 21 sistemas MBRNP originales, quedan 20 (95.2%) dentro de esta categoría y uno debería estar dentro del sistema agrosilvícola.

La figura 2 muestra la cohesión de los productores alrededor de cada sistema en función de las tecnologías agroforestales implementadas. En el sistema silvopastoril se observa mejor la relación de los productores alrededor de este sistema. Los datos de clasificación también indican que los sistemas tienen tecnologías agroforestales no adecuadas para ese sistema y que los incentivos materiales entregados y ciertas tecnologías agroforestales promovidas por el programa se entregaron indistintamente del sistema en forma de paquetes tecnológicos.

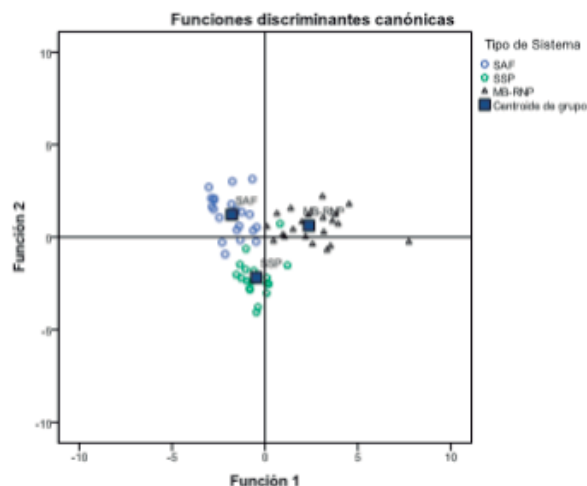


Figura 2. Clasificación de los productores de acuerdo a sistemas agroforestales. n=61

Adaptado de (Nair, 1997:27), desde su estructura y función los sistemas agrosilvícolas (SAF) encontrados en las unidades productivas, están compuestos principalmente por cultivos anuales, con arreglo de leñosas y cultivos de manera intermitente. Están dispuestos de manera lineal en las cercas vivas y en algunos casos árboles en linderos. Las funciones, primordialmente son la producción de alimentos, forraje, estacas prendedizas y leña. Las obras complementarias de conservación de suelo, tienen la función ambiental de disminuir la erosión de suelos e infiltración de agua. Las áreas de estas unidades productivas oscilan entre 1 a 3 y 4 a 7 ha en el 31.8 y 27.3 % de productores respectivamente.

Económicamente (Lundgren, 1982 en Nair, 1997:33), clasifica los sistemas agroforestales en comerciales, intermedios y de subsistencia. De acuerdo a los pocos aportes identificados en los sistemas agrosilvícolas estudiados, se catalogan de subsistencia, porque el uso de la tierra está dirigido a satisfacer especialmente las necesidades básicas de la familia.

Los sistemas silvopastoriles (SSP) estudiados, en su estructura y función incluyen componentes de: ganado, pastos naturales, bancos forrajeros de gramíneas, árboles dispersos en potreros y cercas vivas. El tipo de arreglo es intermitente y las funciones productivas identificadas son: producción de forraje para el ganado, leña, postes y sombra. El 55.6% tienen áreas entre 4 a 7 ha. De acuerdo a (Lundgren, 1982 en Nair, 1997:33), estos sistemas están entre la escala de subsistencia a intermedio, ya que aparte de satisfacer sus necesidades, tienen pequeños excedentes para la comercialización.

Los sistemas agrupados en manejo de bosques con regeneración natural más pasto (MBRNP), desde su estructura y función incluyen áreas de bosques, bosques y regeneración natural con pasto natural; bancos forrajeros de gramíneas; incluyen también áreas de cultivos y hortalizas. En caso de áreas con bosque y pastos, el tipo de arreglo encontrado es coincidente y en áreas de cultivos es intermitente. Las funciones

productivas son: producción de madera, leña, postes, forraje para el ganado y alimento para la familia. Desde la escala económica se clasifican de subsistencia a intermedios. La cosecha es comercializada con intermediarios dentro de la comunidad o en mercados de Estelí. Los productores bajo este tipo de sistema (81%) tienen áreas superiores a 12 ha y otros medios de vida.

Para los tres sistemas estudiados, el 80.3 % tienen áreas de patio⁴, menores de una ha y ubicados cerca de la casa. Sus principales componentes son: ganado menor, plantas aromáticas de *Menta piperita* L. (hierbabuena) y *Eryngium foetidum* L. (chicoria) y en época lluviosa algunos cultivos de ramada; incluyen también árboles frutales y cercas vivas. Las funciones productivas son: alimento, sombra, protección y leña.

Aportes socioeconómicos por tipo de sistema agroforestal

Ingresos Agropecuarios

El sistema agrosilvícola (SAF) mostró diferencias estadísticamente significativas ($p=0.0119$), con ingresos menores en relación a los otros dos sistemas agroforestales, (Figura 3). Los ingresos agropecuarios promedios estimados por tipo de sistemas en el año 2012 son: sistema agrosilvícola (SAF) U\$ 103.59 \pm 30.83 dólares/mes, sistema silvopastoril (SSP) U\$ 170.31 \pm 29.13 dólares/mes y con un mayor ingreso tenemos al sistema manejo de bosque (MBRNP) con U\$ 199.16 \pm 32.09 dólares/mes. Estos ingresos superan el salario mínimo agropecuario aprobado legalmente (Ley 625) por el Ministerio del Trabajo en Nicaragua (MITRAB, 2012, 2013), de U\$ 71.50 y U\$ 99.16 dólares americanos/mes.

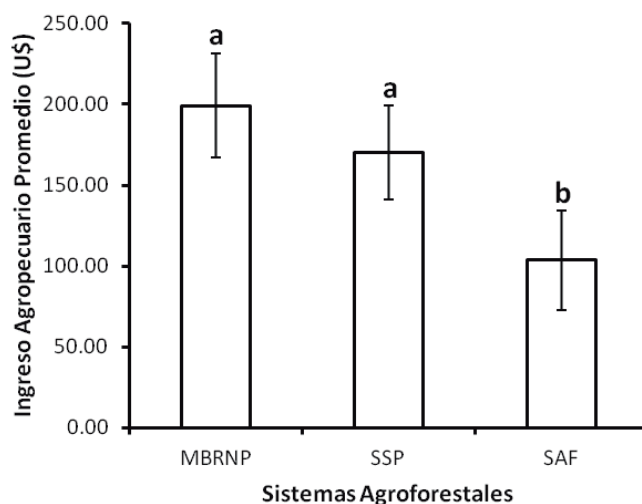


Figura 3. Ingreso agropecuario por tipo de sistema agroforestal (1U\$ Americano= C\$24.0773. n=45)

(PRESANCA II, 2011), revela que la mayoría de países centroamericanos convergen hacia una canasta básica alimentaria entre 270 a 300 dólares americanos. Nicaragua y Honduras reportan un déficit de 100 dólares entre el salario mínimo y el costo de la canasta básica alimentaria, que al contrastarlo con ingresos agropecuarios de sistemas agroforestales estudiados el déficit es similar. Subrayar que 49% de las familias estudiadas dependen únicamente del ingreso agropecuario y son las familias agrupadas en sistemas agrosilvícolas las que dependen otros ingresos externos a la finca.

Para reducir este déficit las familias estudiadas tienen otros ingresos alternos como: remesas familiares (16 familias), recibiendo el 75% entre U\$ 50 a 100; 6 productores trabajan de jornaleros, recibiendo entre U\$42.56 a 136.20 dólares por mes; 10 familias tienen negocios propios, los ingresos para el 50% de éstos fluctúa de U\$50 a 166 dólares y el 50% restante obtienen entre U\$166.00 a 446.47 dólares/mes. Por último 24 productores declaran ingresos de otras fuentes, donde el 58.3% oscila entre U\$16.62 a 103.83 dólares/mes.

⁴ Patio. Solares, huertos.

Producción de Leche

El proyecto (FIDER-POSAF II, 2007), determinó que la ganadería en la zona es extensiva y se practica en todo el área, principalmente ganado bovino con rendimientos muy bajos de leche (3 a 4 l/vaca/día), mayoritariamente utilizada para el autoconsumo. Actualmente los rendimientos promedios de leche, son inferiores a 2.91 l/vaca/día en época seca y 3.03 l/vaca/día en época lluviosa. Los sistemas silvopastoriles y manejo de bosque con regeneración natural más pasto tienen un mayor rendimiento, con 5.81 l/vaca/día y 4.6 l/vaca/día respectivamente. Los rendimientos están influenciados por la cantidad de vacas de ordeño, nivel de manejo y áreas de pastoreo.

Tomando como referencia los datos de producción de leche diaria, período seco, con un precio de U\$ 0.49 dólares/litro, que es cuando baja la producción, muestra que no existen diferencias significativas en los ingresos diarios por producción de leche entre los sistemas ($p > 0.05$). La Figura 4 muestra que hay una similitud entre sistema silvopastoril y manejo de bosque con regeneración natural más pasto, diferentes en ingreso por producción de leche/día del sistema silvoagrícola, éste último sistema con reducidas áreas de pasto, menos cabezas de ganado y bajo manejo. Las características que los hacen similares son: cantidad de vacas de ordeño, tipo de manejo del hato e ingreso agropecuario. El ingreso promedio diario por producción de leche en sistema MBRNP es de U\$ 12.64 ± 4.13 dólares, en SSP es de U\$ 8.76 ± 3.37 dólares y para sistema agrosilvícola (SAF) es menor con U\$ 3.48 ± 0.61 dólares.

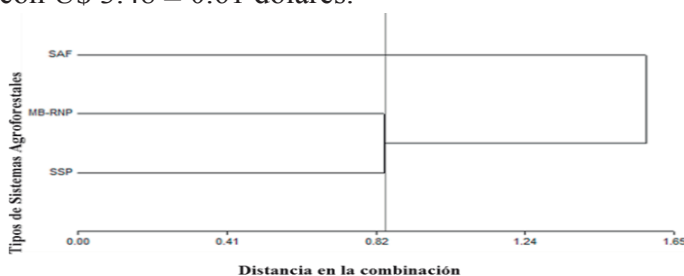


Figura 4. Dendrograma de ingreso de producción de leche/día. Estación de verano, n=33

Ganado mayor y menor

El ganado mayor y menor para las familias, son parte de sus medios de vida, contribuyen a la seguridad alimentaria y nutricional. Al evaluar la cantidad de ganado por sistema se determina que existen diferencias significativas ($p=0.012$), siendo los productores con sistema MBRNP (Figura 5) los que tienen mayor cantidad (28 ± 7.20 cabezas de ganado) y está relacionado a que 17 productores bajo este tipo de sistema tienen áreas superiores a 12 ha, disponiendo de mayores áreas de pastos. Seguidamente se ubica el sistema silvopastoril con 17.36 ± 6.54 cabezas de ganado y en último lugar los productores en sistema agrosilvícola con 10.93 ± 3.60 cabezas de ganado. La diferencia está estrechamente relacionada a la cantidad de áreas, manejo y recursos económicos de las familias.

De acuerdo a cantidad de aves de patio por sistema agroforestal, muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$), siendo similares por tipo de sistema (Figura 6). Los sistemas agrosilvícolas (SAF) tienen en promedio 26.09 ± 6.10 aves, sistema silvopastoril (SSP) con 21.73 ± 4.36 y las familias con menos aves son los agrupados en manejo de bosques (MBRNP), con 18.18 ± 3.86 aves. Este rubro de producción dentro de las unidades productivas está a nivel de patios, con manejo extensivo y el uso es mayoritariamente para el autoconsumo, lo cual viene a complementar la dieta alimentaria.

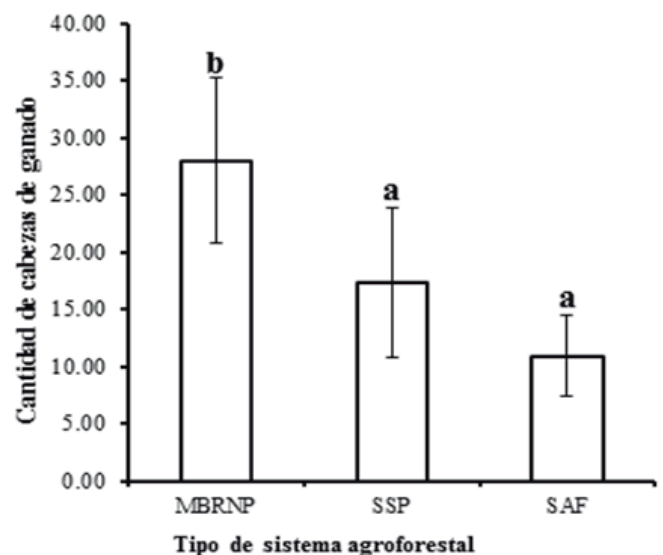


Figura 5. Cantidad de cabezas de ganado por tipo de sistema agroforestal. n=42

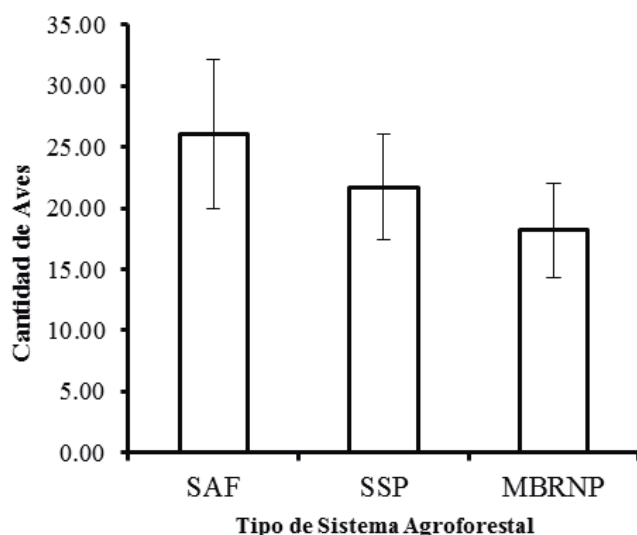


Figura 6. Cantidad de aves de patio por tipo de sistema agroforestal. n=33

El recurso forestal es complementario en un sistema agroforestal y hace aportes socioeconómicos y ambientales importantes a las familias, la leña es uno de los bienes aportados. Al analizar la cantidad de leña consumida anualmente por las familias agrupadas en los tres tipos de sistemas, estadísticamente no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$). El mayor consumo lo hacen familias con sistemas de manejo de bosque con 5.28 ± 0.76 Tm/año, seguido de familias en sistema agrosilvícola con 5.07 ± 0.99 Tm/año y el menor consumo lo registran productores en sistema silvopastoril con 3.96 ± 0.53 Tm/año. Es decir que independientemente del tipo de sistema el consumo muestra un comportamiento similar. Un factor que podría estar incidiendo es que el núcleo familiar en promedio es de cuatro (4) personas. Resaltar que a pesar de que el programa implementó hornillas ahorradoras de leña en el año 2006, a la fecha, muy pocas familias las tienen, lo cual indica que la adopción de la tecnología fue baja y el nivel de consumo de leña actual es similar al que hacían las familias al inicio del proyecto (5.59 Tm/año).

Tecnologías con mayor éxito en la implementación de sistemas agroforestales

Las principales tecnologías agroforestales establecidas y con mayor nivel de éxito (Tabla 2) son: cercas vivas, plantación de frutales injertos, regeneración natural, y departe de productores con sistemas de manejo de bosque (MBRNP), hubo mayor éxito en manejo y conservación de bosques y plantación forestal. Este nivel de éxito está relacionado a tres atributos que mencionan (Krishnamurthy y Ávila., 1999): la productividad, sostenibilidad y adoptabilidad. (Ospina A., 2004), explica que las cercas vivas tienen gran importancia por las múltiples funciones desempeñadas y presentan amplia distribución en tierras tropicales. Es decir, es una tecnología agroforestal plenamente aceptada, conocida y practicada. Estos atributos mencionados por Ospina, han permitido una mayor aceptación y adopción de las cercas vivas en el programa, donde las principales funciones son: división de áreas, en menor escala la producción de estacas prendedizas y forraje. El manejo realizado se limita a podas y replantación de estacas prendedizas.

La plantación de frutales injertos fue masiva por el programa, pero según productores hubo muchas pérdidas (60%). Actualmente, 26 productores en los tres tipos de sistemas manifiestan que fueron exitosas, están plantadas a nivel patio con el fin de darles manejo, que consiste en riego, limpieza y en algunos casos control de plagas y enfermedades. La principal función de éstas es la producción de frutas para el autoconsumo y únicamente tres productores reportaron venta en el mercado de Estelí. Las principales especies son *Citrus ssp* y *Manguifera indica* (L).

La regeneración natural se está realizando, principalmente en sistemas de manejo de bosques (MBRNP), que tienen mayor cantidad de áreas; a medida que van limpiando potreros seleccionan las especies arbóreas de interés. Las funciones de estas áreas son: sombra, forraje, leña y postes. El manejo se limita a chapias y selección de especies.

Las áreas de manejo y conservación de bosques se limitan a productores con sistemas de MBRNP. Inicialmente con el programa se elaboraron 8 planes de manejo de bosques en 174 has y 6 planes operativos; en su momento se hicieron podas y cortas de saneamiento de madera de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl y *Quercus segoviensis* Liebm, actualmente los planes se vencieron, se hace aprovechamiento para uso interno de productores, ya que el 38% se ubican dentro del área núcleo de la reserva natural Tisey Estanzuela y hay restricciones para el corte de madera.

Los bancos forrajeros de gramíneas han tenido mayor éxito en sistemas silvopastoriles y sistema de manejo de bosque, algunos productores han multiplicado las áreas y la principal función es alimentación de ganado en época seca, que es cuando escasea el pasto. Las especies establecidas fueron: King grass, y Caña japonesa. Destacar que de las áreas de banco forrajero con leguminosas promovidas por el programa no se encontraron. A criterio de (Murgueitio E. et ál. 2006:367), la adopción, apropiación y multiplicación de los sistemas agroforestales por parte de los campesinos es un proceso dinámico, donde interactúan varios factores y que requiere tiempo, dedicación y esfuerzos de todo tipo.

Esto se evidencia en la adopción de obras de conservación de suelo y agua, como: barreas vivas, diques y barreas muertas, complementarias a los sistemas agroforestales promovidos. Las barreras vivas de gramíneas han tenido mayor aceptación y adopción por parte de 41 productores, 48.8% están dentro del sistema agrosilvícolas (SAF), debido a que el objetivo principal de éstas unidades productivas es la producción de granos básicos para la subsistencia. El 45.72% de los productores perciben que las barreras vivas están contribuyendo a la conservación de suelo y agua; además, en verano el 43% lo utilizan para la alimentación de ganado. Para (Pattanayak et al. 2002), la calidad pobre de los suelos y la amenaza de degradación se correlacionan positivamente con la adopción de prácticas de conservación de suelo y agua. En cada sistema y para las diversas tecnologías y prácticas agroforestales establecidas el manejo se limita a limpias, podas y en caso de productores que tienen áreas de café, únicamente se hacen chapias y regulación de sombra. A criterio de (Krishnamurthy & Ávila, 1999), el manejo tiene como objetivo recuperar, aumentar o mantener el nivel de productividad de los sistemas agroforestales a mediano y largo plazo. Las técnicas empleadas para el manejo están orientadas a proteger el suelo de la erosión, mantener el ciclo de nutrientes, asegurar el suministro de agua y otros factores.

Tabla 2. Tecnologías agroforestales con mayor éxito por tipo de sistemas/subcuenca río Estelí, 2013.

Tecnologías con mayor éxito	Sistema agrosilvícola (SAF)	Sistema silvopastoril (SSP)	Manejo de Bosque con regeneración natural más pasto (MBRNP)
Cercas Vivas	18 productores 55% con 250 a 500 m.	13 productores 50% tienen de 100 a 500 m.	14 productores 50% (250 a 500) 28% (menos de 100 m)
Frutales	10 productores (0.01 a 0.25 ha.)	7 productores (0.01 a 0.5 ha.)	9 productores 75% (áreas de 0.01 a 0.50 ha)
Regeneración Natural	5 productores Áreas menores a 0.5 ha	7 productores 62.5% menores de 0.50 ha	11 productores 42% (1 a 4 ha)
Barreras Vivas de Gramíneas	20 productores 55% (251 a 500 m.)	11 productores 45.55% (251 a 500 m.) 27.3 % (más de 500 m)	10 productores 54.5% (0 a 250 m) 45% (250 a 500 m)
Bancos Forrajeros de Gramíneas		12 productores 44% áreas entre 0.5 a 1 ha	12 Productores 50% (0.17 a 0.70 ha) 37.5% (1 a 3.5 ha)
Diques	11 productores	15 productores	10 productores
Barreas Muertas (productores)	10 productores	9 productores	6 productores

Para los tres tipos de sistemas agroforestales promovidos, las cuatro principales limitantes asociadas a pérdidas de los materiales vegetativos (frutales, plantas forestales, cercas vivas) reportados por productores y observados en campo fueron: afectación por sequía o exceso de agua (21.31%), materiales vegetativos no aptos para la zona, de baja calidad y entregados tardíamente (21.31%), poco interés, negligencia de los productores y desconocimiento de manejo (19.67%) y daños mecánicos causados por ganado (18.3%).

A nivel de tecnologías agroforestales y a criterio de los productores, las plantaciones agroforestales, silvopastoriles y enriquecimiento de bosques; plantas frutales y estacas prendedizas en cercas vivas son las que mostraron mayores pérdidas. (Clavero y Suárez, 2006:1; Pattanayak *et al.* 2002), mencionan que algunas de las causas principales que han limitado el desarrollo de las tecnologías agroforestales son: factores técnicos como germoplasma, problemas de plagas y enfermedades, información técnica relativa a producción y calidad, incentivos de mercado, biofísicos, investigaciones no orientadas y falta de educación agroforestal. Por su parte (Toruño P. J. *et al.*, 2012:5), describe que un factor a considerar de los sistemas agroforestales, es que el cambio en el sistema productivo ocurre a largo plazo, los beneficios obtenidos por éstos no resuelven la situación actual a la que se enfrentan los productores.

Visto desde los sistemas agroforestales promovidos, el fracaso y abandono de algunas tecnologías y prácticas agroforestales está relacionado a que la producción y beneficios de los sistemas son a mediano y largo plazo, lo cual desestimula a beneficiarios que quieren resolver las necesidades económicas y alimenticias de cada día. Esta actitud de abandono, podría estar vinculada a un nivel bajo de capacitaciones y entrenamiento para establecer y darle un manejo eficiente a cada una de las prácticas. (Snook y Zapata, 1998) en evaluación de proyecto agroforestal encontró un alto nivel de

abandono de las parcelas post proyecto por parte de los productores; identificando las siguientes limitaciones: falta de apoyo técnico, calidad de las plantas y falta de productos inmediatos.

El razonamiento de (Ospina A., s.f), es que la adopción de sistemas agroforestales novedosos no es fácil en comunidades rurales. Debe trabajarse preferiblemente en la mejora, sofisticación y fortalecimiento de las ya existentes y útiles, donde se involucren actividades compatibles con la economía y cultura. Algunas claves propuestas por (Murgueitio, 2006:5), para implementar sistemas agroforestales pecuarios son: multiplicación del material vegetal apropiado y adaptado a cada zona, identificar opciones de comercialización, acompañamiento técnico y capacitación para el cambio cultural, experimentación local y sistematización permanente.

A nivel de unidades productivas estudiadas y en entrevista con productores se evidencia que de acuerdo a sistemas agroforestales promovidos, hay mayor adopción y sostenibilidad de algunas tecnologías agroforestales y prácticas de conservación de suelo. (Clavero y Suárez, 2006:1), expresan que para lograr una adopción exitosa y entusiasta sistemas agroforestales se requiere de una real integración entre productores, investigadores y extensionistas, alta capacidad de ejecutar innovaciones tecnológicas y organizativas para difundir y adoptar, no sólo proyectos adaptados a una determinada zona agroecológica, sino también a las condiciones y características del productor, el cual tiene que desempeñar un papel activo para lograr elevadas tasas de adopción y resultados exitosos. Este éxito de la agroforestería, a criterio de (Casanova, et al. 2011:141), implica o se traduce en beneficios sociales, ecológicos y económicos.

Principales aportes ambientales de los sistemas agroforestales.

Los principales aportes ambientales identificados por productores, 6 años después de finalizado el programa y relacionados a sistemas agroforestales establecidos son: 100% de productores con tecnologías y prácticas de conservación de suelo y agua reducen la erosión de suelos y aumentan la infiltración del agua; así mismo productores manifiestan que producto de la conservación de suelo han reducido al 50% el uso de fertilizantes. (White y Jickling, 1994, en Kaimowitz, 1996:X), indican que hay prácticas sencillas que conservan el suelo, demandan pocos recursos y aportan múltiples beneficios concretos a corto plazo; que de acuerdo a (Duarte, 2005 en Arias y Camargo, 2007:16), cuanto mayor sea el uso de estas prácticas mayor es la tendencia hacia la estabilidad y sostenibilidad ecológica de los sistemas de producción.

El 61.8% de los productores identifica que hay más sombra para el ganado y para las familias, dotando de un microclima agradable en la unidad productiva; 93.4% de los productores expresaron no hacer quemas agrícolas, lo que se traduce en menos aportes de CO₂ a la atmosfera. (Beer, et ál. 2004 en Saravia, 2009:231) exponen que la presencia de árboles en sistemas agrícolas tradicionales tienen muchos propósitos como producción (madera, leña, forraje, frutas, medicinas, etc.), brindan servicios (sombra para cultivos y/o animales, protección como en el caso de cortinas rompevientos, etc), además, los árboles aumentan la diversidad biológica creando en sus ramas, en sus raíces y en la hojarasca, hogares para otros organismos.

En relación a lo planteado, (Murgueitio, 2009:12), describe que otros resultados positivos del proceso de adopción de sistemas silvopastoriles y protección de bosques en un proyecto ejecutado fueron: incremento en la biodiversidad y captura de carbono en el corto plazo en tierras agropecuarias. Por su parte (Pomareda, 2001; Giraldo, 1996 y Pérez, 2006) sostienen que

los sistemas silvopastoriles con especies arbóreas dispersas, permiten dar un buen manejo al suelo y alberga una gran diversidad de flora y fauna. (Ibrahim, Camero, Camargo, & Andrade, 2008), confirman que en estudios realizados en Costa Rica, se determinó que las especies forestales encontradas en potreros se usan principalmente como sombra para los animales o para madera, postes, leña, rompevientos o alimentos para aves.

CONCLUSIONES

Los productores agrupados en sistema agroforestal manejo de bosque con regeneración natural más pasto, presentaron los mayores aportes socioeconómicos en ingreso agropecuario y mayor cantidad de cabezas de ganado, sin embargo, hay mayor eficiencia en la producción de leche/ vaca/día en sistemas silvopastoriles y éstos, económicamente dependen menos de ingresos externos a la finca.

De acuerdo a ingresos económicos y el nivel de producción reportados por familias con sistemas agrosilvícolas se clasifican de subsistencia. Por estas razones dependen más de ingresos económicos externos a la finca como remesas, jornales y negocios propios.

Los productores agrupados en sistema silvopastoril presentaron los mayores niveles de éxito y adopción de tecnologías agroforestales en: Cercas vivas (m), áreas con frutales (ha), cantidad de diques, áreas de pasto y banco forrajero.

Extender este tipo de investigación en sistemas agroforestales post proyecto, a otras subcuencas atendidas por iniciativas de desarrollo rural, comparar los resultados y así robustecer nuevas decisiones e inversiones que se hagan.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Autónoma Solidaria de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y al Programa MARENA-PIMCHAS, por su colaboración técnica y financiera, posible gracias a la cooperación de los Pueblos y Gobiernos de Canadá y Nicaragua mediante un memorando de entendimiento firmado entre ambos países.

Al doctor Jordi Bartolomé de la UAB, por la revisión del manuscrito.

Al maestro Willian Ortiz por su valioso y oportuno aporte en los análisis estadísticos.

A los productores y productoras que me atendieron en cada una de las unidades productivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Araica C. R. & Ruíz G.G. (2005). Determinación de Insectos y Patógenos en la Reserva Natural Meseta Tisey- Estanzuela, Estelí. Trabajo de diploma. Managua. UNA. 55 pág.
- Arias-Giraldo L. M.; Camargo J. C. (2007). "Sustainability analysis for cattle-farms in the municipality of Circasia (Quindío state, Colombia), La Vieja river watershed". En línea. Revista Livestock Research for Rural Development 19 (10). Disponible en <http://www.lrrd.org>. Consultado el 16 de julio 2013.
- Banco Central de Nicaragua BCN (2013). Tipos de cambio oficial del córdoba con respecto al dólar de los estados unidos de América 2012. Consulta en línea. Disponible en <http://www.bcn.gov.ni>. Consultado el 10/06/2013. Managua-Nicaragua.
- Casanova L. F. (2011). Agroforestry systems as an alternative for carbon sequestration in the Mexican tropics. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17(1): 5-118, 2011. Disponible en <http://www.chapingo.mx/revistas>. Consultado el 15 de Junio del 2013.
- CEPAL (2003). Istmo Centroamericano: Los Retos de la Sustentabilidad en Granos Básicos. ONU-CEPAL, México. 96 pág.
- Clavero, T. & Suárez, J. (2006). Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. Pastos y Forrajes, Vol. 29, No. 3. p. 307.
- Current, D. (1995). Adopción agrícola y beneficios económicos de la agroforestería: Experiencia en América Central y El Caribe. Serie Técnica. Informe Técnico 268. CATIE. Turrialba, C.R. 1995. 39 pág.
- FAO. (s.f). Sistemas Agroforestales en América Latina y El Caribe. Oficina Regional. 94 pág.
- FIDER, (2003). Plan de Manejo Reserva Natural Tisey-Estanzuela. Estelí Nicaragua. 288 pág.
- FIDER-POSAF II, (2007). Informe final del proyecto "Manejo Sostenible de los Recursos Naturales y Fortalecimiento de las Capacidades Socioeconómicas de la Población de la Sub-cuenca Sur del Río Estelí y la Microcuenca El Jicarito del Municipio de Yalagüina". BID - MARENA / POSAF II. Estelí, Nicaragua. 39 pág.
- Flora Mesoamericana. Consulta en línea. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/24900645?projectid=3&langid=66>. Fecha de Consulta 20 de Mayo del 2013.
- Flores E., Soriano D., Harvey C., López J., (2001). Caracterización de la investigación agroforestal en el Pacífico de Nicaragua durante el decenio 1989-1999. Revista Agroforestería en las Américas. Vol .8 No...3 , pág. 25 a 30. Catie, Costa Rica.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1995). Metodología de la Investigación. Naucalpan de Juárez, México: McGraw- Hill. Cuarta Edición.
- Holdrige, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Tercera edición. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA), San José, Costa Rica. 216 p.
- Ibrahim, M. et al. (2007). Sistemas Silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de

- paisajes ganaderos en Centro América. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 15, 74-88.
- Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales, INETER (2013). Resumen meteorológico anual. Estación meteorológica de Condega/Estelí. Código 45050, tipo AG. Nicaragua.
- Instituto de Información y Desarrollo, INIDE (2008). Estelí en Cifras. URL: www.inide.gob.ni. (Consultado en línea, 10 de Junio del 2013). Managua, Nicaragua. 79 pág.
- Instituto de Información y Desarrollo INIDE (2013). Costo de la Canasta Básica Alimentaria en Nicaragua. Disponible en <http://www.inide.gob.ni/CanastaB/CanastaB.htm> (consultado 15 de Abril 2013). Managua, Nicaragua. 2 pág.
- Instituto de Información y Desarrollo INIDE (2012). Costo de la Canasta Básica Alimentaria en Nicaragua. Disponible en <http://www.inide.gob.ni/CanastaB/CanastaB.htm> (consultado 15 de Abril 2013). Managua, Nicaragua. 2 pág.
- Krishnamurthy L., Ávila M. (1999). Agroforestería Básica. Red de Formación Ambiental. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. ISBN 968-7913-04-5. D.F. México. 340 pág.
- MARENA- SINIA, (2008). GEO, IV informe del estado del Ambiente. Nicaragua. Período 2007-2008. 339 pág.
- MARENA-SINIA, (2010). El Sistema de Monitoreo y Evaluación Integral de Efectividad de Manejo en las áreas protegidas del SINAP. Disponible en URL: <http://www.sinia.net.ni/wsinap/component/content/article/59>. (Consulta en Línea, 21 de Junio del 2013).
- Ministerio del Trabajo MITRAB (2007). Ley 625 o Ley del salario mínimo. Gaceta Diario Oficial número 120. Managua Nicaragua.
- Ministerio del Trabajo MITRAB (2013). Acta número uno sobre salario mínimo. Comisión Nacional de Salario Mínimo (CNSM). Disponible en <http://www.mitra.gob.ni/documentos/salariominimo>, consultado el 15 de Junio del 2013.
- Montagnini, F. (1992). Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 2 ED. San José. Organización para estudios tropicales. 622 pág.
- Murgueitio E. (2009). Incentives for silvopastoral systems in Latin America. Avances de Investigación. 13(1): 3-19. CIPAV, Colombia.
- Murgueitio E., et ál. (2006). Adoption of Agroforestry Systems for Animal Production. Revista Pastos y Forrajes. Vol. 29, No. 4, CIPAV.
- Nair P.K.R. (1997) Agroforestería. Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México. 543 p.
- Ospina A. (1995). Características agroforestales de las huertas familiares. Cali, Colombia.
- Ospina A. (2004). Cerca viva. Disponible en www.ecovivero.org. Consultado en línea el 20/06/2013.
- Palacios P., Martínez N. (s.f). La agroforestería comunitaria en Santa María Huatulco Oaxaca, México. GAIA. 7 p.
- Saravia P. M. (2009). Sistema silvoagrícola en la comunidad de Iscaypata, municipio de Vinto. Revista ACTA NOVA; 1er Congreso Nacional de Sistemas Agroforestales. Vol. 4, N° 2-3, PROMIC, Cochabamba, Bolivia.
- Snook, A. and G. Zapata (1998). ‘Tree cultivation in Calakmul, Mexico: alternatives for reforestation, Agroforestry Today 10:15–18.
- Toruño P. J. et ál. (2012). Acceptability and Adoption of Adaptive Production Systems in The Watershed “El Guayabo-San José”, El Sauce Municipality, Leon. Revista Científica La Calera. Vol. 12. N° 18, p. 52-60 / junio 2012.

Sostenibilidad de Bancos Comunitarios de Semillas Criollas y Acriollas en el norte de Nicaragua

Leonel Aarón Vilchez Ponce¹
Jonny Antonio González Benavidez²
Eveling Giomar Lanuza Morales³
Oscar Rafael Lanuza Lanuza⁴

RESUMEN

La presente investigación es un trabajo monográfico para optar al título de Lic. En Ciencias Ambientales. Esta investigación se realizó dentro del convenio de la FAREM Estelí y la UNAG.

En el artículo se encontrará información relacionada sobre el contexto geográfico de los departamentos estudiados, objetivos, metodología utilizada, caracterización de los Bancos, nivel de sostenibilidad y alternativas de solución.

La metodología aplicada en esta investigación, fue mediante fases de estudio: Fase 1: Revisión documental, fase 2: Definición de la muestra, fase 3: Recolección de la información de campo, fase 4: Análisis de la información recolectada.

En la primera etapa se realizó una caracterización general de los bancos comunitarios, para conocer el estado actual.

A continuación se determinó el nivel de sostenibilidad de los bancos con la “Metodología para estimar el nivel de desarrollo Sostenible de los territorios rurales”. (Sepúlveda Sergio, et al 2005). Para finalizar se formularon alternativas de solución para mejorar el funcionamiento de los bancos comunitarios.

Palabras claves: Sostenibilidad, semillas criollas, Bancos comunitarios.

1 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo Electrónico: leonelaron@yahoo.es

2 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo Electrónico: mago88@yahoo.es

3 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo Electrónico: eveling.lanuza@gmail.com

4 Tutor del presente artículo, UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo Electrónico: rafa.artesano@gmail.com

Sustainability of Community Banks of Acriollas Seed Hoop in northern Nicaragua

Leonel Aarón Vilchez Ponce¹

Jonny Antonio González Benavidez²

Eveling Giomar Lanuza Morales³

Oscar Rafael Lanuza Lanuza⁴

ABSTRACT

This research is a thesis for the degree of B.A. in Environmental Sciences. This research was conducted within the convention between FAREM Estelí and UNAG.

In the article, information related to the geographical context of the departments studied will be found, objectives, methodology, characterization of the Banks, level of sustainability and alternative solutions.

The methodology applied in this research was carried out through study phases: Phase 1: Document Revision, Phase 2: Definition of the sample, Phase 3: Collection of the information field, Phase 4: Analysis of the data collected.

In the first phase, a general characterization of community banks was conducted to determine the current state. Then, the level of sustainability of the banks was determined with the “Methodology for estimating the level of sustainable development of rural areas” (Sergio Sepulveda, et al 2005). Finally, alternative solutions were developed to improve the performance of community banks.

Keywords: Sustainability, native seeds, Community Banks.

1 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. E-mail: leonelaron@yahoo.es

2 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. E-mail: mago88@yahoo.es

3 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. E-mail: eveling.lanuza@gmail.com

4 Tutor article, UNAN-Managua/FAREM-Estelí. E-mail: rafa.artesano@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación es plantear alternativas de solución que contribuyan al funcionamiento de los bancos comunitarios de semillas criollas y acriolladas. En el año 1999 nace en Nicaragua el PCaC (programa de campesino a campesino) de la UNAG, dirigido a la conservación y manejo de los Recursos Naturales con énfasis en la producción de alimentos y la seguridad alimentaria (PCaC-UNAG, 2011).

En la actualidad las semillas criollas, las cuales son parte esencial de la agrobiodiversidad local, están sometidas por lo menos a tres grandes amenazas: erosión genética, la contaminación transgénica y la privatización genética (Vásquez, 2009).

Entre las opciones para proteger las semillas criollas nicaragüenses de estas amenazas, esta la iniciativa de promoción de los bancos comunitarios de semillas que varias organizaciones campesinas y ONG, entre ellas el PCaC de la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG), y a nivel regional la alianza centroamericana de protección a la biodiversidad, promueven desde hace varios años en el país (Vásquez, 2009).

A pesar que el PCaC ha estado impulsando el establecimiento de BCSC (Banco Comunitario De Semillas Criollas), llevando varios años realizando investigación y otras actividades sobre semillas criollas no se ha realizado investigaciones que evalúen la sostenibilidad de dichos bancos, razón por la cual el PCaC en convenio con la Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM Estelí decidieron realizar investigaciones en 4 Departamentos en el Norte de Nicaragua (Madriz, Nueva Segovia, Estelí, Matagalpa).

El objetivo general de esta investigación es Evaluar la sostenibilidad de los Bancos Comunitarios de Semillas Criollas y Acriolladas impulsados por el PCaC en el Norte de Nicaragua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la parte norte del territorio de Nicaragua, comprendida por los departamentos de Estelí, Madriz, Nueva Segovia y Matagalpa. Esta área es una zona sub tropical de transición, las temperaturas promedio oscilan entre 22° y 27°. Su característica principal es la diversidad del relieve, esta región es ecológicamente muy rica y variada.

Los materiales utilizados fueron cámara fotográfica y libreta de campo. Las herramientas para la recolección de la información fueron entrevistas, guías de observación y grupos focales.

Los datos de campo recolectados a través de los diferentes instrumentos se analizaron de acuerdo a los componentes económicas, ecológicas y sociales para proponer estrategias a fin de contribuir la sostenibilidad de los bancos comunitarios de semillas apoyados por el PCaC.

Se creó una base de datos en el programa de EXCEL y en el programa estadístico SPSS 17.0 para realizar análisis de datos.

Tabla 1. Ubicación de bancos comunitarios de semillas criollas en sus departamentos, municipio y comunidad

Departamento	Municipio	Comunidad
Estelí	Condega	Labranza 2, Laguna santa rosa, Piedras anchas.
Madriz	San Lucas	El coyolito, El naranjo, El volcán, Los ranchos, los mangos, Rio arriba, la Manzana.
Matagalpa	San Ramón	El horno 2, Pinares, Bailadora, Naranjo, Cerro gran-de (2 bancos), Monte gran-de.
Nueva Segovia	Mozonte	San Antonio, La cruz, El Zapote

Construcción de indicadores de sostenibilidad, basados en la metodología propuesta por (Sepúlveda et al., 2005)

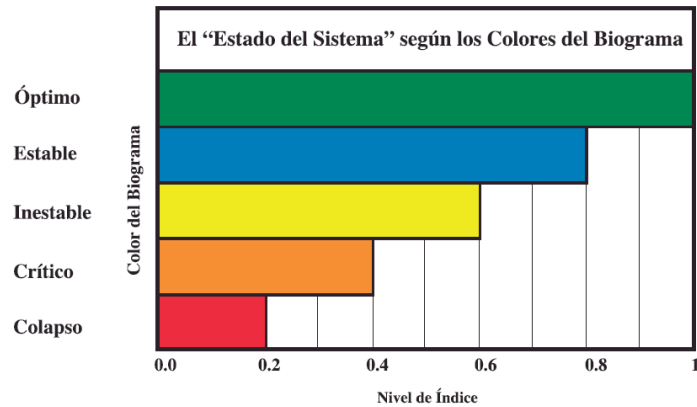


Figura 1. "Metodología para estimar el nivel de Desarrollo Sostenible de los territorios rurales". (Sepúlveda Sergio, *Et Al* 2005)

El índice integrado de desarrollo sostenible representa la situación general de todo el sistema, y su valor puede variar entre 0 y 1. Conforme el valor asumido por el índice se va acercando a 1, el sistema tiene un mejor desempeño de desarrollo. Situación contraria pasa si el índice se va acercando a 0, ya que el desempeño del sistema va empeorando, facilitando la toma de decisiones futuras que mejoren el funcionamiento de los bancos comunitarios.

Para conocer el índice integrado de sostenibilidad, se aplicaron entrevistas previamente elaboradas, en donde se incluían los componente económico, ecológico y social, a los cuales se les asigno un valor de 100 pts., logrando el valor relativo de cada unidad (banco comunitario de semillas criollas), luego se suman los 3 valores obtenidos, se dividen por el número de componentes, y el valor resultante se divide entre 100, para así obtener el índice integrado de sostenibilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de los Bancos Comunitarios de Semillas Criollas por departamento.

Departamento de Matagalpa

Los bancos comunitario de semillas criollas y acriollas del departamento de Matagalpa fueron fundados por el Programa de Campesino a Campesino (PCaC) entre el 2003 y 2009, desde la fecha de creación, el número de socios fundadores varia de 3 a 20, siendo estos los que aportaron de forma voluntaria su semillas para emprender esta nueva forma de trabajo, favoreciéndose del prestamos de semillas por cada banco un aproximado de 6 productores entre hombres y mujeres.

Debido a este trabajo, se encontró que actualmente estos bancos cuentan con un número de socios que van de un mínimo de 5 y con máximo de 67, favoreciéndose del préstamo de semillas por cada banco un aproximado de 12 productores, entre hombres y mujeres.

La infraestructura de las viviendas está construida con un techo de zinc, piso de tierra, paredes de ladrillo o adobe. La modalidad de funcionamiento que desempeñan los bancos es almacenar semilla comunitaria para prestar.

Las Variedades de maíz y frijoles en los bancos comunitarios de semillas criollas del departamento de Matagalpa son: Maíz: Rosado, Olotillo, Tatacasmé, NB6, Rocamel, Amarillo, Tuza blanca, Blanco, H5, Tatacama, Olote rojo. y frijoles son: INTA, Dor, chile, Estelí 90, seda, Nica, palma, H vaina blanca, H vaina roja, cuarenteño, CCR, H, Rosa.

Las variedades de maíz con mayor cantidad de semillas en los bancos son: NB6 (3,454.5 kg), el tatacama (2,090.9 kg), el Rocamel y Rosa con 454.5 kg cada uno, en menos cantidades también encontramos Maíz

H5, Maíz amarillo y olotillo. Entre las variedades de frijoles se encuentran el chile (2,272.7 kg), Estelí (4,090.9 kg), DOR (772.7 kg), el INTA y seda con 454.5 kg cada uno, en menores sumas hallamos frijol H, H vaina blanca y frijol Nica.

Los bancos cuentan con los silos y sacos, en algunos casos recipientes plásticos para almacenar semilla, pocos disponen de herramientas para el manejo, como panas, pesas artesanales y zarandas, las que han obtenido con esfuerzo propio, estas en su mayoría se encuentran en buenas condiciones.

Estos bancos se identifican por participar periódicamente en ferias municipales. La mayoría de directivos están capacitados en brindar asistencia técnica en las parcelas de los socios en las situaciones de afectaciones climáticas. Los bancos comunitarios cuentan con libros de registro y reglamento, donde efectúan dos modalidades de préstamo de semillas, una tasa de interés del 100% para los prestamistas y otra tasa del 50% para los socios. Una dificultad muy sentida es la entrega de semillas húmedas de productores al banco, debido al clima que predomina en el área.

Departamento de Nueva Segovia

Los bancos comunitario de semillas criollas y acriollas del departamento de Nueva Segovia fueron fundados por el Programa de Campesino a Campesino (PCaC) en el año 2003. Estos bancos empezaron a funcionar con número mínimo de socios de 30 un máximo de 70, donde los mismos productores fueron los beneficiados en ese inicio, por lo que el PCaC proporcionó la semilla.

Actualmente en los bancos están trabajo un número de socios mínimo de 15 y un máximo de 36, donde los mismos son los beneficiarios que se favorecen de los servicios del mismo.

Las infraestructuras de las viviendas presentan las condiciones adecuados para el resguardo de las semillas, techadas con zinc, paredes construidas con ladrillo y piso de concreto. La modalidad de funcionamiento del banco es almacenar semilla comunitaria para prestar.

Las Variedades de maíz y frijoles en los bancos comunitarios de semillas criollas del departamento de Nueva Segovia son: Maíz: NB6, Gigante, olote rojo. Y frijol: DOR, INTA, INTA rojo, Rojo de matón 1, Rojo de matón 2, Icalupe, Cuarenteño.

En estas comunidades los bancos cuenta con las herramientas básicas para el manejo, como silos, pesas, zaranda y plástico, encontrándose estas en óptimas condiciones.

La variedad de maíz que albergan mayor cantidad de semillas en los bancos es el NB6 (454.5 kg) luego tenemos el maíz gigante (136.3 kg) y el olote rojo (90.9 kg). Con las variedades de frijol encontramos el cuarenteño e INTA rojo con 136.3 kg cada uno, DOR, Rojo de matón 1, Rojo de matón 2, Icalupe, todos estos con 90.9 kg.

Estas comunidades se identifican por ser pueblos indígenas, debido a estos acostumbran a sembrar variedades adaptadas a la zona, de las que obtienen buenos resultados en las cosechas.

Departamento de Estelí

Los bancos comunitario de semillas criollas y acriollas del departamento de Estelí fueron fundados por el Programa de Campesino a Campesino (PCaC) entre los años 2011 y 2003.

Estos bancos presentan las condiciones adecuadas para el resguardo de las semillas, estas bodegas están construidas con techo de zinc, piso de tierra y paredes de adobe especialmente diseñados para realizar esta actividad. La modalidad de funcionamiento de estos

bancos es almacenar semilla comunitaria para prestar. Las variedades de maíz encontradas tenemos: Olotillo, olote rojo, amarillo, catacama, blanco. Y de frijoles: Zamorano, rojo vaina chata, rojo ceda, maravilla, colombiano, gualiceño, guaqueño, Estelí 90, negro criollo, barreño.

Los bancos de estas comunidades cuenta con las herramientas básicas para el manejo, como: silos, pesas artesanal, zaranda, encontrándose en buenas condiciones, también cuentan con recibos para un mejor control de los prestamistas.

En estas comunidades las variedades de maíz que albergan mayor cantidad de semilla son las siguientes: maíz blanco (227.27kg), tatakama y amarillo (159.09 kg cada uno), de igual manera las variedades de frijol más destacadas son: zamorano (159.09 kg), negro criollo y barreño (136.2 kg cada uno).

Estas comunidades se caracterizan por su organización, responsabilidad y entusiasmo de sus directivos de trabajar en función de los bancos comunitarios de semillas criollas

Departamento de Madriz

Los bancos comunitarios de de semillas criollas en el departamento de Madriz fueron apoyados por el PCaC entre 2008 y 2011, desde la fecha de creación, el número de socios fundadores varía de 5 a 21, favoreciéndose del préstamo de semillas por cada banco un aproximado 18 productores.

Encontramos actualmente que el número de socios es de 2 a 12, Favoreciéndose del préstamo de semillas por cada banco un aproximado de 14 productores, entre hombres y mujeres.

La infraestructura de las viviendas en rústica, compuesta de techo de zinc, piso de concreto o tierra y paredes de ladrillo y adobe. La modalidad de funcionamiento

que desempeñan los bancos es almacenar semilla comunitaria para prestar.

Las variedades de maíz en los bancos comunitarios son: Blanco, NB6, Amarillo, Olotillo. Y frijoles son: Negro, 7 panas, INTA rojo, Maravilla, JM, Rojito Naranja, Vitamina, Chile rojo, Arbolito, Pueblo Nuevo, Zamorano, Estelí 90, Frijol gandul, Canavalia.

Los bancos solo cuentan con silos, las herramientas que utilizan en su momento son prestadas por socios, debido a que ninguna cuenta con equipamiento, estos se encuentran en buenas condiciones.

Las variedades de maíz que albergan mayor cantidad de semillas en los bancos son: NB6 (636.3 kl) luego tenemos Maíz blanco y Olotillo (45.4 kg) cada uno, también encontramos Maíz amarillo con 34.09 kg libras. Con las variedades de frijol tenemos Chile rojo (363.6 kg), Vitamina (340.9kg), Maravilla, Zamorano, y Estelí 90(227.27kg) cada uno, Frijol pueblo Nuevo (181.8 kg) y en menores cantidades frijol negro, 7 panas, INTA Rojo, JM, Arbolito (45.4 kg) cada variedad.

Los bancos del departamento de Madriz, están en un proceso de recuperación, a partir de junio del 2013, la UNAG, con fondos del SWISSAID, están impulsado un proyecto especialmente dirigido a los bancos de semillas comunitarios en el departamento, motivo por el cual se encuentran sin equipamiento para su funcionamiento.

Clasificación de los bancos comunitarios de semillas criollas y acriolladas, impulsados por el PCaC, según el índice de desarrollo sostenible

El banco de la comunidad El Naranjo, del municipio de San Lucas, se clasifica en un estado inestables, las principales razones porque se ubica en este rango

es, incumplimiento de pago de semillas, disponibilidad de herramientas, inexistencia de variedades de maíz en el banco, incumplimiento de directivos en las actividades correspondientes al banco, por estas razones se obtuvo el valor mínimo de índice de desarrollo sostenible.

El resto de bancos, se ubican en un estado estable, debido al trabajo que vienen realizando directivos y beneficiarios en la parte organizativa, disponibilidad de herramientas, e insuficientes variedades en los bancos,

han prevalecido en las diferentes situaciones que se presentan en el funcionamiento de los bancos comunitarios.

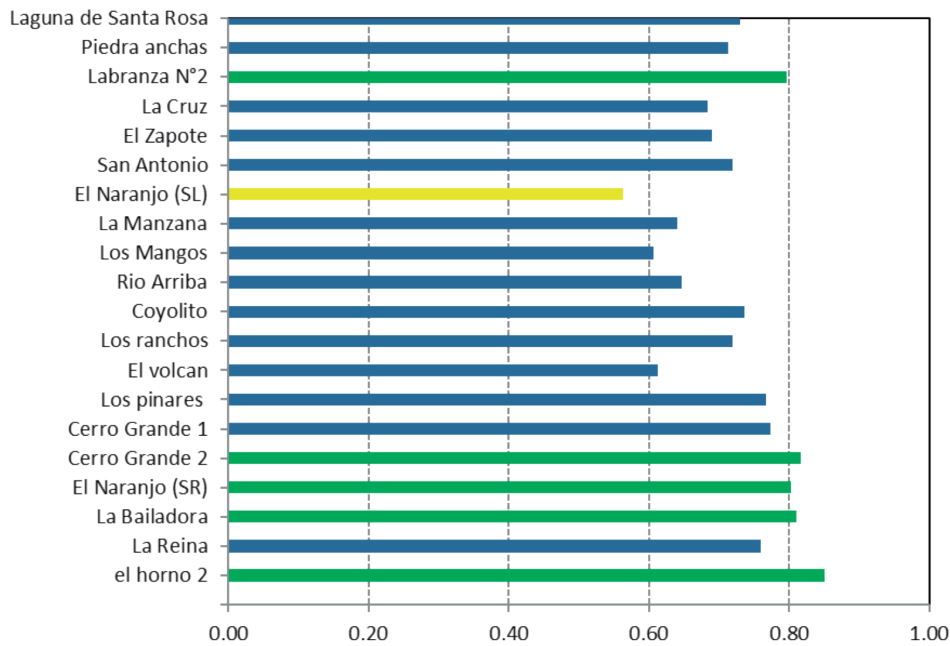


Figura 2. Índice integrado de desarrollo sostenible de los bancos de semillas criollas impulsados por el PCaC, en el norte de Nicaragua.



En él gráfico se observan evaluados en base a Metodología utilizada para medir el grado de sostenibilidad (Sepúlveda et al, 2005), los veinte bancos comunitarios de semillas, con su respectivo índice de desarrollo sostenible, y clasificados según su estado del sistema.

Encontrando que los bancos comunitarios de semillas de La Labranza 2, del municipio de Condega, en el departamento de Estelí, en Matagalpa, en el municipio de San Ramón, los bancos comunitarios de Cerro Grande, El Naranjo, La Bailadora y El Horno 2, se encuentran en un estado óptimo de sostenibilidad, atribuyendo esto a factores a la organización, equipamiento y disposición de productores a contribuir con el funcionamiento de banco comunitario.

Tabla 2. Agrupación de los bancos comunitarios de semillas según el índice integrado de desarrollo sostenible.

Rangos	Frecuencia	Porcentaje
0 - 0.20	0	0
0.21- 0.40	0	0
0.41 - 0.60	1	5
0.61 - 0.80	14	70
0.81 - 1	5	25

La presente tabla refleja que ningún banco se encuentra en estados de colapso y crítico, un banco en estado inestable, catorce en estado estable, y cinco en estado óptimo.

Se observa que los bancos comunitarios, según sus componentes económicos, ambientales y sociales, para alcanzar la sostenibilidad, se encuentran en condiciones favorables con respecto a su funcionamiento.

Comparar la diversidad de variedades de maíz, frijol y sorgo o millón, entre los bancos comunitarios de semillas criollas (centralizados) con la diversidad de variedades del conjunto de bancos familiares (descentralizados) en las correspondientes comunidades del departamento de Madriz

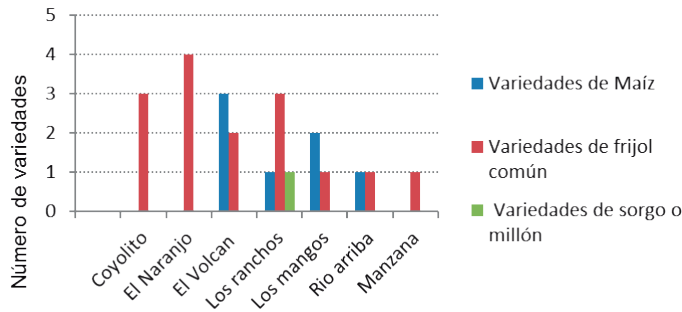


Figura 3. Cantidad de variedades de granos básicos en bancos centralizados en el Departamento de Madriz

El banco que almacena mayor cantidad de variedades de maíz es el banco comunitario del Volcán, seguido por el banco de Los Mangos, Rio Arriba, y Los Ranchos, con dos y una variedad respectivamente, mientras tanto los bancos del el Coyolito, El Naranjo y La Manzana no almacenan ninguna variedad de maíz.

Los bancos comunitarios que almacenan mayor variedades de frijol son El Naranjo, Coyolito y Los Ranchos, con 4 y 3 variedades respectivamente. El banco comunitario del Volcán, Los Mangos, Rio Arriba y La Manzana almacenan 2 y una variedad respectivamente. El banco comunitario de Los Ranchos es donde se encontró una variedad de sorgo.

La figura 10. Refleja las escasas de variedades de granos básicos que se almacenan en los bancos comunitarios de semillas, según los productores, estas razones se presentan por la poca disponibilidad de recipientes para almacenar más variedades de semillas, por falta de organización entre directivos y beneficiarios de semillas para coordinar la introducción de las variedades que más se frecuentan entre productores. La presión de los intermediarios sobre los productores en cosechar semillas con demanda en los mercados nacionales e internacionales es otra limitante. Estas son

las principales razones que dificultan la disponibilidad de variedades de semillas en los bancos comunitarios.

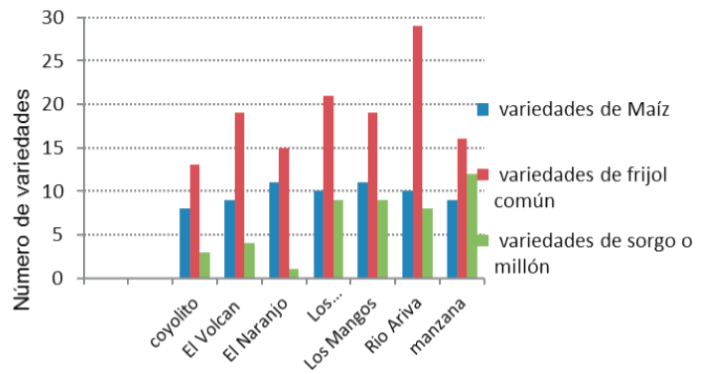


Figura 4. Cantidad de variedades de granos básicos en bancos descentralizados en el Departamento de Madriz.

La figura 4. Representa el número de variedades (maíz, frijoles, sorgo o millón) en 10 bancos familiares o descentralizados de semillas por comunidad, dichos bancos está conformado por socios o beneficiarios de los banco comunitario o centralizados.

En las comunidades del Naranjo y Los Mangos, se encontraron 11 variedades de maíz, en Los Ranchos y Rio Arriba 10 variedades. En variedades de frijoles Rio Arriba cuenta 29 variedades, Los Ranchos con 21 variedades, El Volcán y Los Mangos, ambos con 19 variedades. La Manzana posee 12 variedades de sorgo, Los Ranchos y Los Mangos, ambas con 9 variedades, y rio arriba con 8 variedades, siendo todas estas las cantidades más altas.

El Volcán y La Manzana se encontraron 9 variedades de maíz cada uno, y El Coyolito con 8 variedades. En variedad de frijol, La Manzana y El Naranjo cuentan con 16 y 15 variedades respectivamente, y el Coyolito con 13 variedades, en el sorgo, El Volcán, El Coyolito y El Naranjo, se encontraron 4,3 y 1 variedad respectivamente.

En los bancos descentralizados de semillas criollas y acriolladas del departamento de Madriz se encuentran mayor diversidad de variedades de maíz, frijoles y sorgo, con relación a la cantidad de variedades

existentes en los bancos centralizados de semillas del mismo departamento.

Datos similares encontraron Pol y Herrera (2005 al 2006), en su investigación “multiplicación de semillas criollas y técnicas campesinas para su almacenamiento, en el municipio de Condega. Trabajaron en 3 comunidades (Labranza 2, Laguna de Santa Rosa y Cooperativa Juanita Vizcaya), tomando la participación en dos comunidades de 10 bancos descentralizados y una de 5 descentralizado, donde encontraron 11,7 y 7 variedades de frijol respectivamente, y de maíz 7,2 y 4 variedades respectivamente.

Ambas investigación concuerdan que la diversidad de variedades de semillas criollas y acriollas se encuentran en los bancos familiares o descentralizados. Estas se han venido conservando tradicionalmente, de generación en generación. La conservación de este patrimonio esta en las manos de las familias campesinas, de igual forma garantizando la seguridad alimentaria de las familias.

Alternativas de funcionamiento de los Bancos Comunitarios de Semillas, mejorando su organización e integrando la diversidad de reservas familiares de cultivos y variedades en cada comunidad, para el avance hacia su sostenibilidad.

De acuerdo a los grupos focales realizados en cada banco comunitario, en base a las principales fortalezas, amenazas, oportunidades y debilidad expuestas por socios y beneficiarios, encuesta a técnicos de UNAG y según nuestro criterio observado en las visitas a los bancos y reuniones, se proponen las siguientes alternativas para el avance a su sostenibilidad

Aspectos económicos

Que todos bancos comunitarios de semillas criollas tengan una tasa de interés de recuperación de semillas del 100%, esto con el objetivo de aumentar la cantidad de semillas en beneficio del banco.

Si los prestamistas no logran solventar en tiempo y forma el pago de semillas por alguna razón: (exceso de lluvias, sequillas, plagas, recursos económicos etc.), paguen en el próximo ciclo de cosecha el doble de lo establecido, o con otra especie o variedad, con la intención de mantener el capital del banco.

Para el almacenamiento de la semilla, cada banco debe de contar con el número de silos y otros recipientes necesarios, de acuerdo al número de variedades y a la cantidad de semilla que en este se guarden.

Cada uno de los socios deben comprometerse a devolver una semilla que presente las mismas características a la que se le entrego, para garantizar que se almacenen semillas de buena calidad y evitar que en el banco se presente alguna erosión genética.

En dependencia del aumento de la cantidad de semillas del banco, que se establezcan centros de acopio de granos básicos directamente para la comercialización, en donde se retenga la semilla unos dos meses o más para venderla a un mejor precio, generando un mayor ingreso económico.

En los ciclos productivos, cada directivo del banco asignen una parcela y que la cosecha que obtenga, sea destinada para el banco comunitario.

Acordar con los productores, cuando se obtengan buena producción en la cosecha, devolver más de lo correspondiente.

Crear puestos de ventas donde se promuevan el comercio exclusivo a las variedades criollas y acriolladas de semillas.

Organizar a los productores en cada comunidad y acordar un solo precio para la venta del grano, y tener un precio justo para los intermediarios y consumidores.

Aspecto ambiental

Proponer que en todos los banco se implementen técnicas de curado orgánico, para evadir la introducción de sustancias tóxicas en las semillas.

Crear una base de datos de todos los socios y no socios del banco comunitario de semillas en la comunidad, donde refleje todas las especies y sus respectivas variedades de cultivos existentes en sus fincas, y coordinar la introducción de las especies o variedades que más coincidan al banco comunitario.

Asolear el silo un día completo, limpiarlo, luego dejarlo reposar un día completo, para que no se cree humedad en el recipiente.

Que las especies sembradas sean propias de la zona o presenten características adaptables a la misma, para garantizar la producción.

Antes de ser entregada la semilla a los productores, garantizar que está, tenga un porcentaje de germinación que supere el 90%, para evitar pérdidas en las cosechas por problemas de germinación.

Concientizar y motivar a productores que siembren y conserven las variedades de semillas criollas y acriolladas.

Aspecto social

Incentivar a los 3 mejores productores pagadores, que cumplan en las fechas establecidas y entreguen semilla de buena calidad de semilla.

Los promotores o directivos de los bancos monitoreen las parcelas de los productores para apoyo técnico.

Anticipadamente los productores deben entregar a la directiva del banco una carta de solicitud, donde refleje la especie, variedad y cantidad de semilla a prestar, luego la directiva analizará cada solicitud y según la disponibilidad de semillas en el banco se dará respuesta a cada solicitud.

En la parte organizativa que cada banco comunitario implementen su reglamento interno, donde plasme los compromisos y deberes que deben asumir los beneficiarios de semillas, un libro de registro, donde especifique: nombre del productor, especie y variedad, cantidad y firma, también la entrega de facturas a los productores, esto para garantizar el control de las semillas.

Autoridades, instituciones, y organizaciones responsables deben establecer estrategias de comercio que permitan incrementar las variedades de granos básicos en los mercados.

Impulsar la divulgación de variedades de semillas criollas y acriolladas por medio de ferias en sus diferentes niveles (municipal, departamental, regional y nacional), donde se resalten la importancia nutritiva de las semillas.

CONCLUSIONES

Los bancos comunitarios de semillas del departamento de Matagalpa presentan mejor equipamiento, buena organización y mayor cantidad de variedades que los bancos comunitarios de los demás departamentos (Estelí, Madriz y Nueva Segovia).

Según el índice integrado de desarrollo sostenible, la mayoría de los bancos (14) impulsados por el PCAC en el norte de Nicaragua están en estado estable, cinco en estado óptimo y solamente uno en estado inestable, lo que refleja la buena coordinación del programa.

Los bancos familiares o descentralizado del departamento de Madriz presentan mayor diversidad de variedades (maíz, frijoles, sorgo o millón) en comparación a los bancos centralizados o comunitarios del mismo departamento.

Se propusieron alternativas de funcionamiento participativo con técnicos de la UNAG y directivos de los bancos comunitarios de cada departamento en

estudio con el propósito de contribuir con estrategias para que estos alcancen la sostenibilidad.

RECOMENDACIONES

A la UNAG-PCaC, y otras instituciones, que trabajan esta temática, sugerimos:

- Mejorar las condiciones de los bancos comunitarios de semillas en cuanto a la infraestructura del local, organización y herramientas de trabajo, para lograr una mayor capacidad de almacenamiento, funcionamiento y resguardo de las semillas.
- Seguir impulsando ferias (municipales, departamentales, regionales y nacionales) entre los bancos comunitarios para preservar nuestro origen ancestral.
- Promover investigaciones sobre semillas criollas y acriolladas como una necesidad de conservar y multiplicar la diversidad de variedades existentes.
- A los productores, conservar las diversas variedades de semillas criollas y acriolladas que se encuentran en los bancos de semillas familiares.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios por ser nuestro amigo incondicional estando siempre a nuestro lado brindándonos su sabiduría y la fortaleza necesaria para seguir siempre adelante. También a nuestros padres, familiares, amigos por sus sabios consejos y apoyo anímico.

Esta investigación fue emprendida gracias a convenio que existe entre la UNAG (Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos) – PCaC (Programa de Campesino a campesino) en coordinación con la FAREM- Estelí, con apoyo financiero de SWISSAID (Organismo Suizo no gubernamental de apoyo al desarrollo internacional).

De igual manera se le agradece a la Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí por haber contribuido en

nuestra formación profesional y haber incluido en nosotros valores éticos y morales que nos fueron muy útiles en la culminación de nuestra carrera .

A la UNAG, Andreu Pol, Jorge Irán, Técnicos de la UNAG de: Estelí, Madriz, Nueva Segovia y Matagalpa, por habernos brindado información necesaria para la redacción de nuestro documento y ayudarnos a establecer comunicación con cada uno de los productores en cada departamento.

A todos los docentes de la facultad por habernos transmitido sus conocimientos en cada una de las asignaturas impartidas durante los 5 años de la carrera que nos servirán de una u otra forma en aras de contribuir en la solución de problemas ambientales de nuestro País.

A nuestro tutor Lic. Oscar Rafael Lanuza, y asesores MSc. Alejandrina Herrera y MSc. Kenny López Benavides por habernos dado el tiempo necesario en correcciones, aportes y sugerencias científico – metodológico para mejorar nuestro trabajo.

Agradecemos a todos los productores de cada uno de los departamentos donde realizamos el estudio por habernos brindado su atención y haber contribuido a brindar información importante para darle salida a nuestros objetivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. (1985). Agroecología: Bases científicas de la agricultura alternativa. Chile: Cetal.
- Binder, U. (1997). Manual de leguminosas de Nicaragua Tomo 1. Estelí, Nicaragua: PASOLAC.
- Binder, U. (1997). Manual de leguminosas de Nicaragua Tomo 2. Estelí, Nicaragua: PASOLAC.
- CURN-Estelí, PCaC. (2006). Multiplicación de Semillas Criollas y Técnicas Campesinas para su Almacenamiento en el Municipio de Condega, pp.74.
- Barquero, J. I. (2000). Geografía Dinámica de Nicaragua. Mangua: HISPAMER.

- Fulgani Guaharay, M. c. (2012). Sistematización de experiencias y aprendizajes de campo sobre bancos comunitarios de semilla por organismos nicaragüenses aliados en la plataforma zona alta de matagalpa. Bancos comunitarios de semilla, pp. 46.
- Gispert, C. (2008). Atlas Geográfico de Nicaragua. España: Oceano.
- Laurent Levard, Y. M. (1999). La problemática técnica y la intervención de los organismos que trabajan en el fenómeno tecnológico en el trópico de Nicaragua. Estudios Centroamericanos, 18.
- Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Managua, 1996.
- INTA, (2002). Guía Tecnológica 1. Generalidades sobre los Granos Básicos, pag.5-6.
- IPCC. (2002). Cambio climático y biodiversidad. Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, pag.82.
- José Egea Fernández, J. G. (2013). Estado de los recursos fitogenéticos desde la perspectiva de las redes de familia. Agroecología 7 (2), 63.
- MARENA. (2004). Atlas Escolar. Managua: EDITARTE
- MAGFOR. (2012). Informe estadístico de la producción agropecuaria. Managua.
- Nicaragua, P. (2011). Colección familias trabajando juntas por la seguridad alimentaria. Guía para organizar los bancos comunitarios de semilla, 18 pág.
- Pol, A., Vásquez, J. (2007). Curado Orgánico de Semillas Criollas, Cartilla 1 Colección Experiencias sobre el Rescate de Semillas Criollas, PCaC-UNAG y SWISSAID, Managua, pp. 48.
- Pol, A., Vásquez J. (2009) Red Nacional de Bancos Comunitarios de Semillas criollas, Cartilla 2 Colección Experiencias sobre el Rescate de Semillas Criollas, PCaC-UNAG y SWISSAID, Managua, pp.46.
- Pol, A., Vásquez J. (2011) Comercialización y Ferias de Intercambio de Semillas y de Productos Criollos, Cartilla 3 Colección Experiencias sobre el Rescate de Semillas Criollas, PCaC-UNAG y SWISSAID, Managua pp.44.
- Pol, A., Vásquez J. (2012) Mejoramiento Campesino de Semillas Criollos, su Multiplicación y Diversificación de Variedades Criollas Cartilla 4 Colección Experiencias sobre el Rescate de Semillas Criollas, PCaC-UNAG y SWISSAID, Managua, pp. 32.
- Pavon, F. d. (2009). Evaluación participativa de indicadores de desarrollo sostenible en sistemas de producción de pequeña escala en el municipio de la Sabana, Madriz. Estelí: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Sergio Sepúlveda, H. C. (2005). Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de los territorios rurales. (El biograma), pp. 109.
- UNAG-PCAC. (2004). La Semillas Criollas, nuestra Herencia, nuestra Tradición, nuestro Alimento. Managua.
- UICN, (2008). Acción ante el Cambio Climático. Cumbre de la Sociedad Civil por el Cambio Climático, pp.16.
- INTA, (2002). Guía Tecnológica 1. Generalidades sobre los Granos Básicos, Páginas 5-6.
- Sampieri, (1997). Metodología de la investigación. México: MCGRAW - HILL.
- SIMAS, (2012). Sistematización de experiencias y aprendizajes del campo sobre los bancos comunitarios de semilla por organismos nicaragüenses aliados en la plataforma zona alta de matagalpa. (46).
- Zamora C., A. (2011). Guía para la Organización de los Bancos Comunitarios de Semillas. De grano en grano se llena el silo, pp.12.

Efecto de la intensidad de corte y actividad fotosintética en el crecimiento de grama (*Paspalum notatum* Flüggé) en el trópico seco centroamericano (Mesas de Moropotente, Nicaragua)

Karen Elizabeth Velásquez Meza¹

Jordi Bartolomé Fillelab²

Kenny López Benavideza³

RESUMEN

El trópico seco Centroamericano es un hábitat que está en peligro, y parte de él son las pasturas naturalizadas que cubren la mayor parte de las áreas, representadas en un 46% del total (18.4 millones de hectáreas), siendo uno de los usos de la tierra más importantes (Kaimowitz D.1996) de pastoreo y son la base de la producción bovina en el ámbito regional. El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de diferentes intensidades de corte y la actividad fotosintética, en el crecimiento del *Paspalum notatum* Flüggé. Teniendo como resultados que la intensidad de corte que produce mayor crecimiento del *Paspalum notatum* es la intensidad media, mostrando así que la frecuencia e intensidad de corte y la radiación fotosintética, se ve reflejado en el crecimiento del mismo.

Palabras claves: Trópico seco, *Paspalum notatum*, Intensidades de corte, radiación fotosintética.

1 UNAN-Managua/FAREM-Esteli Correo Electrónico: meza0788@yahoo.es

2 Universidad Autónoma de Barcelona España. Facultad de Veterinaria

3 UNAN-Managua/FAREM-Esteli, Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco “El Limón”

Effect of cutting intensity and photosynthetic activity in the growth of grass (*Paspalum notatum* Flugge) in the dry tropics Central (Mesas de Moropotente, Nicaragua)

Karen Elizabeth Velásquez Meza¹

Jordi Bartolomé Fillelab²

Kenny López Benavideza³

ABSTRACT

The central American dry tropics habitat is in danger, and part of it are the natural grass that covers the mayor parts of the area, represented in a total of a 46% (18.4 million of hectares) being one of the world's most important (Kaimowitz D. 1996) pasturage and are the base of the bovine production in the region. The Objective of this job is to determine the effect of the different intensities of the cutting and the photosynthetic activities, in the growth of the *Paspalum Natatum*. Getting as a result that the intensity of the cut that provides the mayor growth of the *Paspalum Natutum* is the medium intensity, showing the frequency and intensity of the cutting and the photosynthetic radiation, it is reflected in the growth on itself.

Keywords: Tropics dry, *Paspalum notatum*, Cutting intensities, photosynthetic radiation.

1 UNAN-Managua/FAREM-Esteli E-mail: meza0788@yahoo.es

2 Autonomous University of Barcelona Spain. Faculty of Veterinary

3 UNAN-Managua/FAREM-Esteli Experimental Station for the Study of the Dry Tropics

INTRODUCCIÓN

El trópico seco, es el hábitat que está en mayor peligro en Centro América, actualmente reducido a menos del 1% de su magnitud original (Janzen, 1988). El desarrollo de las actividades agropecuarias, la causa principal del avance de la frontera agrícola, ha provocado la creación de pequeños parches o islotes de bosques dispersos en diferentes zonas, es decir, la fragmentación forestal. Mucha de la literatura acerca de ecosistemas tropicales y su buen manejo se refiere a bosques húmedos o sistemas de sabana (Saunders et al., 1991), mientras que en el trópico seco, han sido menos estudiados, pocos estudios examinan la interacción entre estos parches y su entorno, o viceversa (Janzen, 1988).

En América Central, el área en pasturas representa un 46% del total (18.4 millones de hectáreas), siendo uno de los usos de la tierra más importantes (Kaimowitz D.1996) y una de las principales actividades económicas para la generación de ingresos para subsistencia y empleo permanente para la población pobre (CATIE/NORAD 2002).

En Nicaragua, el área de pasturas a finales del siglo XX ya habían alcanzado 4.2 millones de hectáreas, ocupadas con 2.65 millones de cabezas de ganado (Szott L. 2000), área que hacia el año 2005 mostró una ligera reducción (3.2 millones de hectáreas, con 3.5 millones de cabezas) (FAO 2008), posiblemente derivadas de la conversión de pasturas hacia charrales probablemente por la degradación de pasturas.

El crecimiento de la población es el factor más importante en el aumento de la demanda de productos agrícolas, ejerciendo a la vez presión sobre la expansión de las tierras de cultivo y el aprovechamiento de la madera como combustible, contribuyendo así a incrementar y acelerar la deforestación. Las presiones demográficas, aunque no son la causa principal del uso ineficiente de los recursos naturales y la degradación

del medio ambiente, contribuyen a agravar la magnitud de los daños ecológicos por otras causas. Los sistemas deficientes de tenencia de la tierra, la falta de créditos, inadecuados precios de los productos agrícolas, políticas agropecuarias adversas, servicios deficientes de extensión agrícola y forestal, controles ineficientes e inestabilidad en el campo y la gestión inadecuada de los recursos contribuyen a potenciar los efectos negativos en el sector forestal (MARENA, 2001).

En la zona norcentral del país, se localiza el Paisaje Terrestre Protegido Miraflor Moropotente, con una extensión de 22,031.5 ha.

De acuerdo a Correa Do Carmo (2000), producto de la extensiva actividad pastoril y agrícola desarrollada por mucho tiempo, el área presenta un paisaje muy fragmentado, donde la actividad ganadera abarca un área considerable dentro de la reserva. Casasola (2000) estima que 5,584 ha son destinadas para el desarrollo de esta actividad en Moropotente, lo que ejerce una gran presión sobre los recursos naturales de las Mesas.

Otro estudio realizado por MARENA (2004), demuestra que en los últimos años parte de los cambios que han experimentado los pastizales en las Mesas de Moropotente, se deben a un manejo inadecuado que ha desplazado algunas especies de leguminosas que coexistían con el pasto natural, dando a lugar zonas con una fuerte proliferación de especies arvenses no palatables, que compiten con el pasto. Es importante, mencionar que la degradación del pasto influye directamente en su calidad nutricional y la productividad, lo que se expresa a través de las propiedades biofísicas del mismo, como biomasa, el índice de área foliar (LAI), y la altura (Numata et al; 2007).

Teniendo en cuenta lo antes mencionados, se planteó como objetivo de este estudio, determinar el efecto de diferentes intensidades de corte y la actividad fotosintética de la vegetación, en el crecimiento de

la grama (*Paspalum notatum* Flügge), situado en el trópico seco centroamericano (Mesas de Moropotente, Nicaragua).

MÉTODOS

Área de estudio. El paisaje terrestre protegido Mirafior-Moropotente, se encuentra ubicada en el Sector Norcentral de Nicaragua, en el extremo noreste del Municipio de Estelí, a unos 30 Km. de la cabecera departamental del mismo nombre, las coordenadas geográficas que ocupa el área son: 13° 3' 22" y 13° 7' 30" latitud Norte y 86° 29' 15" y 86° 29' 50" Longitud Oeste. Contiene partes planas como las Mesas de Moropotente a una altura de 1200 msnm.

El área protegida de Moropotente se ubica en los límites administrativos Municipales de Estelí por el Departamento de Estelí, y en La Concordia y San Sebastián de Yalí por el Departamento de Jinotega, de Nicaragua y tiene una superficie de 8534.9 ha, corresponde al 29% del total del área protegida y se caracteriza por presentar suelos planos. Es una zona de aptitud ganadera, con características topográficas, fisiográficas muy especiales y tipos de suelo pedregosos; algunos suelos son pesados y pobres en nutrientes para agricultura. Dominan pastos naturales que no requieren riego.

Método. El método de muestreo empleado para la realización del estudio fue por conveniencia, ya que se trató de elegir aquellas parcelas que sean heterogéneas (similares en cuanto a orientación, sustrato y manejo), donde se establecieron parcelas de 20 x 20 m de exclusión en el que no puedan entrar los animales a pastar.

Por otra parte se destinaría a valorar el efecto de la intensidad de corte (como estimación de la intensidad de pastoreo) en el crecimiento de grama. Para ello se planteará un diseño de bloques al azar.

En cada parcela se establecerán 16 subparcelas 0.5x 0.5 m. Cuatro tratamientos en bloques al azar, al finalizar la época seca e inicio de la época lluviosa: corte a ras de suelo o de intensidad alta (IA), corte a mitad de la altura o intensidad media (IM), corte a una cuarta parte de la altura o intensidad baja (IB) y sin corte o control (C).

Además se medirá la capacidad fotosintética o fAPAR, con el objetivo de medir la luz captada por el pasto y obtener una medida indirecta de la fotosíntesis que realiza la planta y por tanto, el crecimiento en biomasa de la misma. Se midió la luz interceptada por el pasto con un ceptómetro Accupar LP-80¹, que es un instrumento que capta la radiación visible, y es el rango espectral que utilizan las plantas para realizar la fotosíntesis.

Se realizaron 4 mediciones de luz con el ceptómetro Accupar LP-80, 1 sobre el pasto y 3 a ras de suelo. Primero se colocó el ceptómetro sobre el pasto, con la barra paralela al suelo. La medida de la parte superior de la barra de sensores recoge toda la luz que llega del Sol en el momento del muestreo (radiación incidente). La medida inferior es captada por un sensor adicional que apunta al suelo, éste capta la radiación solar que la planta refleja, es decir, la que no utiliza para fotosíntesis. En el caso de que haya mucho suelo descubierto, también se añade la cantidad de luz reflejada por el suelo.

Para determinar el efecto de diferentes intensidades de corte y actividad fotosintética de la vegetación, en el crecimiento de la grama, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (con $P < 0.05$).

¹ El AccuPAR LP-80 es una barra 80 sensores formada por que son sensibles a la región visible del espectro, o PAR (radiación fotosintéticamente activa, en inglés), más un sensor adicional que se coloca en dirección opuesta a la barra de sensor y un controlador que interpreta la señal PAR del sensor, lo que permite ver el valor PAR en una pantalla. También permite calcular el Índice de Área Foliar con cada medición PAR, considerando la radiación fotosintéticamente activa interceptada y disponible además de otras variables (Tecnología Omega).

Para comparar los distintas intensidades de cortes en el crecimiento de la grama y se realizó un análisis de varianza simple y la prueba de comparación múltiple de medias, con un nivel de confianza de un 95%.

RESULTADOS

Efecto de diferentes intensidades de corte, en el crecimiento del paspalum notatum.

En las diferentes intensidades de corte, se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre ambas intensidades de cortes evaluadas, para las alturas encontradas por épocas ($P < 0,0001$). Esto pudo estar influido por el decrecimiento de la época seca. (Cuadro 1)

El paspalum notatum mostró resultados significativo para cada una de las épocas, mostrando crecimiento en los meses de diciembre, enero y junio, decreciendo en los meses de marzo, abril y mayo, conforme a cada uno de las intensidades de corte establecidas (ver cuadro 1).

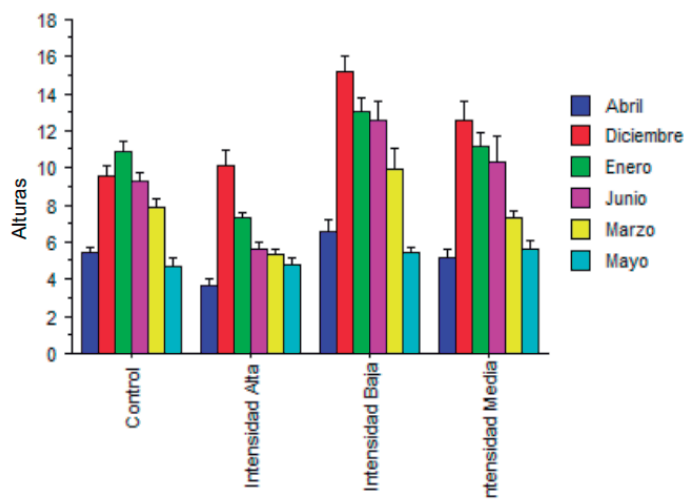


Figura 1. Crecimiento del *Paspalum notatum* en las diferentes intensidades de corte.

Paspalum notatum growth in different cutting intensities.

Cuadro 1: Efectos de las intensidades de corte en las alturas del *Paspalum notatum*. Effects intensities cutting heights in *Paspalum notatum*

Tratamientos	Época	Ranks	Medias	D.E	P
Control	Diciembre	160,80 EFGH	9,60	1,71	<0,0001
Control	Enero	181,40 FGH	10,90	1,73	
Control	Marzo	126,45 DEF	7,90	1,45	
Control	Abril	60,50 ABC	5,40	1,07	
Control	Mayo	43,45 AB	4,70	1,49	
Control	Junio	157,05 EFG	9,30	1,34	
Int. Alta	Diciembre	163,45 EFGH	10,10	2,81	
Int. Alta	Enero	113,35 CDE	7,30	0,95	
Int. Alta	Marzo	57,65 ABC	5,30	0,95	
Int. Alta	Abril	19,85 AB	3,70	2,01	
Int. Alta	Mayo	44,80 AB	4,80	1,03	
Int. Alta	Junio	66,30 ABCD	5,60	1,17	
Inte. Media	Diciembre	196,50 GH	12,60	3,06	
Inte. Media	Enero	183,70 FGH	11,20	2,25	
Inte. Media	Marzo	156,35 EFG	7,30	1,16	
Inte. Media	Abril	55,90 ABC	5,20	1,48	
Inte. Media	Mayo	67,40 ABCD	5,60	1,51	
Inte. Media	Junio	153,70 EFG	10,30	4,37	
Inte. Media	Diciembre	221,00 H	15,20	2,70	
Inte. Media	Enero	203,40 GH	13,00	2,49	
Inte. Media	Marzo	156,35 EFG	9,90	3,60	
Inte. Media	Abril	91,30 BCD	5,20	2,01	
Inte. Media	Mayo	60,50 ABC	5,40	1,07	
Inte. Media	Junio	194,75 GH	12,60	3,24	

P nivel de significancia 95%. P 95% significance level.

Radiación fotosintética en el crecimiento del paspalum notatum.

De acuerdo a los análisis estadísticos realizados, los datos no mostraron diferencia significativa alguna ($P > 0,6496$), con respecto a la variable altura ($P < 0,0001$). (Ver figura 2).

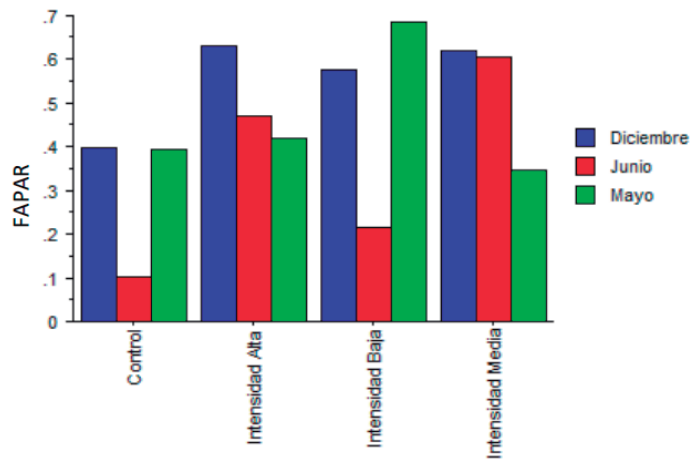


Figura 2. Variación de la FAPAR en las diferentes intensidades de corte en el *paspalum notatum*.

Cuadro 2. Radiación fotosintética en las intensidades de corte. Photosynthetic radiation intensities cut.

Tratamientos	Época	Medias	D.E	P
Control	Diciembre	0,40	0,11	<0,6496
Control	Mayo	0,39	0,52	
Control	Junio	0,10	0,10	
Int. Alta	Diciembre	0,63	0,31	
Int. Alta	Mayo	0,42	0,11	
Int. Alta	Junio	0,47	0,43	
Int. Media	Diciembre	0,62	0,15	
Int. Media	Mayo	0,35	0,47	
Int. Media	Junio	0,60	0,04	
Int. Baja	Diciembre	0,57	0,36	
Int. Baja	Mayo	0,69	0,21	
Int. Baja	Junio	0,22	0,27	

P nivel de significancia 95%. P 95% significance level.

DISCUSIÓN

Efecto de diferentes intensidades de corte, en el crecimiento del paspalum notatum.

La altura del *Paspalum notatum* incremento en dependencia de las intensidades de corte ($p > 0.0001$), mostrando un incremento en la altura en los meses de Diciembre, Enero y Junio, para el control de las muestras y para el resto de intensidades hay incremento

solo en el mes de Diciembre y junio, el resto de meses las alturas decrecieron, por las intensidades del corte, factores climáticos y la salida de verano a invierno.

La frecuencia y la altura de corte afectaron el crecimiento de la altura del *Paspalum notatum*, en cada una de las intensidades, por lo tanto también hay un decrecimiento en la generación de biomasa fresca. Según Hodgkinson et al. (1989), se ha observado diferencias en las intensidades y frecuencias de corte de los pastos, siendo la intensidad media la que ha mostrado mayor incremento en la altura y cantidad de biomasa generada.

La alta intensidad de corte del *Paspalum notatum* aceleran la pérdida de cobertura del suelo. En este sentido, los cortes de la grama realizados a ras del suelo, afectan en forma significativa la disponibilidad de biomasa en más de un 50%. De igual forma afectan el crecimiento de la misma. Los cortes realizados en la intensidad media afectan la disponibilidad de biomasa, aunque en menor proporción. Al respecto López et al. (2007) realizó una evaluación con intensidad de corte al en la alturas de *Lolium perenne* y *Trifolium repens* encontrado mayor producción de biomasa ($P \leq 0,001$) el corte de intensidad media.

Los cortes o pastoreos realizados en forma intensiva afectan la producción de nuevos brotes de las plantas forrajeras por dos aspectos, la primera es la eliminación de las reservas orgánicas o carbohidratos no estructurales localizados en los tallos y/o coronas y la segunda por falta de área foliar para el reinicio de la fotosíntesis después del pastoreo o corte del pasto (Rincón et al.2008).

Radiación fotosintética en el crecimiento del Paspalum notatum.

La radiación solar es la principal fuente de energía para los procesos fisiológicos que se llevan a cabo en

las plantas. La fracción de radiación solar absorbida en el rango espectral comprendido entre 400-700 nm corresponde a la radiación utilizada en la fotosíntesis, por lo que se denomina radiación fotosintéticamente activa (PAR) y es aproximadamente el 45 % de la radiación solar global. La radiación PAR es el factor medioambiental que determina principalmente el crecimiento de las plantas (Mariscal et al., 2000).

Los valores de la fracción de radiación fotosintéticamente activa absorbida (fAPAR) por el *Paspalum notatum* para la realización de fotosíntesis y en su crecimiento se representan en la figura 2, donde los valores más altos de absorción lumínica se muestran en la intensidad de corte alta y media, en las diferentes épocas de muestreo, reflejando que los meses en que el *Paspalum notatum* decrece por ser época de verano, hay mayor radiación de luz, pero no es utilizada por la planta, mientras que a la entrada del invierno, la especie trata de aprovechar mayor cantidad de luz solar para realizar la fotosíntesis y crecimiento en los diferentes intensidades de cortes, lo que se traduce en un aumento en altura y biomasa del mismo.

Según Nouvellon Y 2000, además de la radiación fotosintética, las especies necesitan de otros factores como precipitación, temperatura para alcanzar un mayor desarrollo y crecimiento y así lograr una mayor productividad.

Es importante también tener en cuenta que las plantas en general, utilizan sólo la luz visible como fuente de energía para la fijación de dióxido de carbono en la fotosíntesis que controla el desarrollo de las mismas.

Sin embargo el *Paspalum notatum* por ser una especie de ambiente cálido y seco utilizan una vía fotosintética diferente llamada C4, que es más resistente a la alta luminosidad y temperatura y es más eficiente en la tasa de fijación de carbono por molécula de agua perdida en la transpiración, por lo que los pastos en estas zonas tienen un crecimiento más rápido y resistente a las

sequías según Mariscal 2000. Pero a pesar de tener un rápido crecimiento, los cortes de las diferentes intensidades, hace que el *Paspalum notatum*, no alcance alturas demasiado altas.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, la intensidad de corte que produce mayor crecimiento del *Paspalum notatum* fue la intensidad media, mostrando así que la frecuencia e intensidad de corte y la radiación fotosintética, se ve reflejado en el crecimiento del mismo y para asegurar el desarrollo y sustentabilidad de la actividad ganadera en las Mesas de Moropotenté, se deberán impulsar alternativas de producción sostenible, donde el pastoreo sea de intensidad media, utilizando alternativas como: los sistemas silvopastoriles que optimice el uso de la tierra garantizando mayor productividad e ingresos y, pero conservando los recursos naturales.

AGRADECIMIENTOS

“Mi agradecimiento especial a la Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí (UNAN – MANAGUA / FAREM ESTELI) y al Proyecto Integral de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Agua y Saneamiento (MARENA-PIMMCHAS), por su colaboración técnica y financiera, la cuál ha sido posible gracias a la cooperación de los Pueblos y Gobiernos de Canadá y Nicaragua.

REFERENCIAS

- Casasola F. 2000. “Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotenté, Estelí, Nicaragua”. Tesis de maestría. Turrialba, Costa Rica.
- CATIE/NORAD Proyecto “Desarrollo participativo de alternativas de uso sostenible de la tierra para pasturas degradadas en Centroamérica” Turrialba, 2002, 28 p

- Correa Do C. 2000. "Evaluación de un paisaje fragmentado para la conservación y recuperación de biodiversidad área demostrativa Mirafior – Moropotenté, Estelí, Nicaragua". Turrialba (Costa Rica). 148 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2008. FAOSTAT. (Consultado en 01-05-2008).URL: <http://faostat.fao.org>
- Hodgkinson, C. K., M. Ludlow, J. Mott, and Z. Baruch. 1989. Comparative responses of the savanna grasses *Cenchrus ciliaris* and *Themeda triandra* to defoliation. *Oecologia* 79: 45-52.
- Janzen, D.H. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: Growth. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 105-106.
- Kaimowitz D. Livestock and deforestation. Central America in the 1980s and 1990s: A Policy Perspective. CIFOR, Jakarta, Indonesia 1996; 88 p
- López IF, Balocchio A, Corner J. 2007. Evaluación de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre atributos productivos y de sustentabilidad en producción de leche. Informe primer año, Valdivia, Chile: Instituto de Producción Animal; Instituto de Ingeniería Agraria y de suelos, Facultad de Ciencia Agrarias, universidad Austral de Chile.
- MARENA. 2001. Informe del estado actual del medio ambiente, Managua, Nicaragua.
- MARENA. III Informe Geo del Estado del Ambiente de Nicaragua 2003-2006.
- Mariscal M.J. et al. 2000. Modelling and measurement of radiation interception by olive canopies. *Agricultural and Forest Meteorology*, 100:183-197.
- Nouvellon Y, Lo seen D, Rambal S, Bégué A, Moran MS, Kerr Y, Qi J. 2000. Time course of radiation use efficiency in a shortgrass ecosystem: consequences for remotely sensed estimation of primary production. *Remote Sensing of Environment*, 71:43-55.
- Reyes. JJ. 2005. Efecto de la intensidad de pastoreo en el sistema suelo-planta-animal, en condiciones de bajos insumos. Instituto de ciencia animal, San José de Las Tejas, La Habana.
- Rincón A, Ligarreto GA, Garay E. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv amargo y *Brachiaria brizantha* cv Toledo sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del Piedemonte llanero colombiano. *Rev Facul Nal Agr medellín* 61(1):4336-4346.
- Sanuder, D. A., Hobbes, R. J. y Margules, C. R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a Review, *Conservation Biology* 5: 18-23.
- Szott L, Ibrahim M, Beer J. The hamburger connection hangover: cattle pasture, land degradation and alternative land use in Central America. CATIE Serie Técnica 2000.

Biomasa aérea y modelos alométricos para *Acacia pennatula*, en condiciones naturales del trópico seco Nicaragüense

Kenny López Benavides¹

Idania del Rosario Castillo Castillo²

Doris del Carmen Altamirano Espino

RESUMEN

La investigación se realizó en los reductos forestales de vegetación secundaria ubicados en la Estación Experimental – El Limón, Estelí, Nicaragua. Con el objetivo de evaluar la producción de biomasa forrajera y leña de Carbón (*Acacia pennatula* Schlttl y Cham) Benth, en condiciones naturales de vegetación secundaria en el trópico seco Nicaragüense. Con este fin, el experimento se enfocó en dos fases: 1) determinar la producción de biomasa forrajera y leña, 2) generar ecuaciones alométricas para estimar la producción de biomasa forrajera y leña.

Se seleccionaron 26 individuos de Carbón, comprendidos en un rango amplio de altura y diámetro a la altura de pecho. Posteriormente se efectuó una poda de homogenización a una altura de 1.8 metros, a partir del suelo, con la finalidad de que cada individuo mostrará su capacidad productora de biomasa, durante un período de 6 meses. Después de éste periodo de acumulación se cosecho la biomasa, la cual se dividió en dos fracciones: forraje y leñosa. Para cada individuo se midió el diámetro a la altura del pecho, el número de rebrotes, diámetro de la base, la longitud de cada rebrote y el peso fresco de forraje y leña.

Se tomaron muestras frescas de cada fracción por individuo, las cuales se secaron a 60 °C por 48 horas, hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente, se estimó la producción de biomasa seca total de ambas fracciones por árbol, a través del modelo de predicción lineal “y” = 0.4357x - 8.3423, altamente significativo (p = 0.0001 y R = 0.988).

Según los coeficiente de correlación de Pearson, las variables que asociaron a la producción de forraje fueron: diámetro de la base y longitud del rebrote (R² = 0.635), número de rebrotes (R² = 0.647) y diámetro a la altura de pecho (R² = 0.722). Mientras que la leña está asociada al diámetro de la base y longitud del rebrote (R² = 0.617 y 0.779), respectivamente. Todas las correlaciones antes mencionadas resultaron estadísticamente significativas (p < 0.05). Las variables evaluadas se ajustaron a modelos de regresión lineal.

Palabras clave: Biomasa, forraje, leña y ecuaciones alométricas

1 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo electrónico: kenny.lb@hotmail.com

2 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo electrónico: idacastillo17@yahoo.com

Aboveground biomass and allometric models for *Acacia pennatula* in natural dry tropical conditions Nicaraguan

Kenny López Benavides¹

Idania del Rosario Castillo Castillo²

Doris del Carmen Altamirano Espino

ABSTRACT

The research was conducted in the receptacles of secondary growth forest located at the Experimental Station - El Limon, Estelí, Nicaragua; in order to evaluate the production of forage biomass and firewood Coal (*Acacia pennatula Schltl* and *Cham*) Benth, under natural conditions of secondary vegetation in the Nicaraguan dry tropics. To this end, the experiment focused on two phases: 1) determine the production of forage biomass and firewood, 2) generate allometric equations to estimate biomass production of fodder and firewood.

Twenty six individuals of coal included in a wide range of height and diameter at breast height were selected. Later, homogenization pruning was performed at a height of 1.8 meters above the ground, in order that each individual could show its capacity to produce biomass for a period of 6 months. After this period of accumulation, biomass was harvested which was divided into two fractions: forage and woody. For each individual diameter was measured at breast height, the number of regrows, base diameter, the length of each regrowth and fresh weight of fodder and firewood.

Fresh samples of each fraction were taken per individual, which were dried at 60 ° C for 48 hours until reaching a constant weight. Subsequently, the production of both fractions of the total dry biomass per tree was estimated, through the linear prediction model “and” = 0.4357x - 8.3423, highly significant (p = 0.0001 and R = 0.988).

According to the Pearson correlation coefficient, the variables associated with forage production were: base diameter and length of the regrowth (R² = 0.635), number of regrows (R² = 0.647) and diameter at breast height (R² = 0.722). While wood is associated with the base diameter and length of the regrowth (R² = 0.617 and 0.779), respectively. All of the above correlations were statistically significant (p <0.05). The evaluated variables were fitted to linear regression models.

Keywords: Biomass, fodder, firewood and allometric equations

1 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. E-mail: kenny.lb@hotmail.com

2 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. E-mail: idacastillo17@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales los sistemas de alimentación de rumiantes están basados en la utilización de pastos, los cuales presentan limitaciones de calidad y cantidad en la época seca que puede extenderse durante periodos de hasta 6 meses consecutivos con escasez de lluvias (Pérez et al, 2008). No obstante, las zonas tropicales poseen una gran diversidad de especies vegetales, las cuales tienen un alto valor biológico debido a las características nutritivas y a los diversos beneficios que aportan al ambiente.

El pastoreo del ganado en gramíneas naturales y mejoradas, así como el uso de los recursos proteicos forrajeros provenientes de la contribución de los árboles y los arbustos, es tan antiguo como su propia existencia. Sin embargo, los sistemas modernos de producción ganadera derivaron hacia el uso de tecnologías intensivas, basadas en otros recursos energético-proteicos que pudieran complementar las dietas a base de pastos, o el empleo de sistemas de corte y acarreo de forraje en grandes áreas de monocultivo (Simón et al, 2011).

En algunos países de Centroamérica como Costa Rica, Nicaragua y El Salvador se ha producido una grave reducción de la cobertura arbórea. La ganadería basada en pastos nativos ha sido la causante del mayor cambio en los paisajes rurales hasta llegar a una escala continental y debe reconocerse como un proceso de enormes repercusiones ambientales y sociales (Bennett y Hoffmann 1992, Steinfeld 2000 citado por Pérez, 2006).

Múltiples investigaciones se han realizado en ésta temática, López et al (2003), determinaron relaciones alométricas para predecir biomasa forrajera y leña en *Acacia pennatula* y *Guazuma ulmifolia*, en condiciones de vegetación secundaria, en dos comunidades del norte de Chiapas, México. De igual manera, Guillén et al (2007), establecieron ecuaciones de predicción

para la producción de forraje de *Cercidium floridum*, en baja California sur, México. También, Etchevers et al (2002), estimaron la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. Nieto 2000, determinó la contribución de *Acacia pennatula* a la productividad agroforestal sostenible de la Reserva Natural Miraflores-Moropotente, Estelí, Nicaragua.

Nicaragua tiene una riqueza considerable en árboles forrajeros, que actualmente no tienen aprovechamiento óptimo. Al mismo tiempo, hay gran interés y apreciación de la importancia de estos árboles por parte de los productores. Por tal razón existe la oportunidad de fomentar su siembra y aprovechamiento, con bastante posibilidad de éxito (Durr, 1992).

En vista de lo anterior, surge la necesidad de evaluar la producción de biomasa forrajera y leña de Carbón, en condiciones de vegetación secundaria. Para lo cual se hizo necesario: determinar la producción de biomasa aérea, el modelo de regresión de mejor ajuste y generar ecuaciones alométricas para estimar biomasa forrajera. A fin de continuar promoviendo el uso del Carbón, como una especie de interés multipropósito para el diseño de sistemas silvopastoriles y mejorar la producción de bienes y servicios ecosistémicos en las fincas, como medidas de adaptación y mitigación ante el cambio global.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó durante el año 2012, en los parches forestales de la Estación Experimental “El Limón” para el estudio del trópico seco, adscrita a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua/FAREM-Estelí). Ubicada en las coordenadas UTM 0568720 y 1443707 en una cota altitudinal de 890 m.s.n.m. Con rangos mensuales de temperatura que fluctúan entre 16 y 33°C y una

precipitación media anual de 804 mm. El suelo, es franco - arcilloso de color café amarillento con abundantes rocas blandas (Peguero et al, 2011).

fueron pesadas por separado para determinar la producción de las mismas.

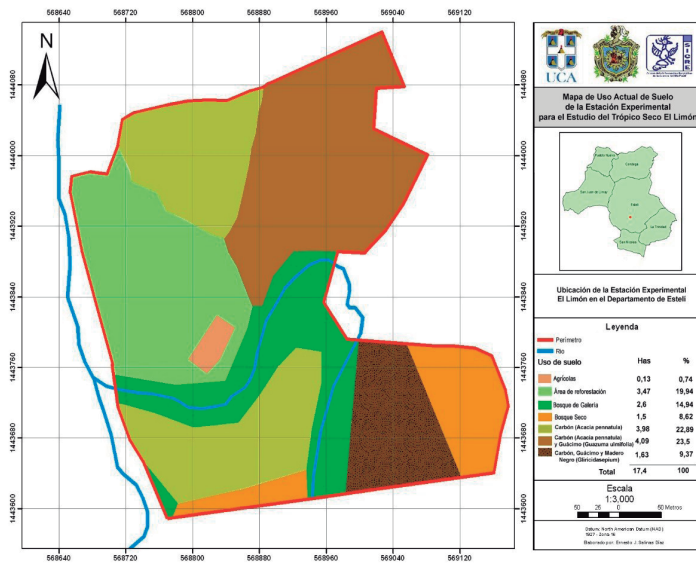


Figura 1: Estación Experimental “El Limón”.

Cuantificación de biomasa aérea (forraje y leña)

Se seleccionaron 26 individuos ($n = 26$) de Carbón (*Acacia pennatula*), comprendidos en un rango amplio de altura y Diámetro a la Altura de Pecho (DAP = 1.3 metros a partir del suelo), basándose en la metodología de Salazar (1989), que recomienda la utilización de 16 á 36 individuos para la cuantificación de forraje arbóreo.

Posteriormente se efectuó una poda de homogenización a una altura de 1.8 metros, a partir del suelo, con la finalidad de que cada individuo mostrara su capacidad productora de biomasa (forraje y leña), durante un período de 6 meses (Salazar, 1989). Después de éste periodo de acumulación se cosecho la biomasa, la cual se dividió en dos fracciones:

1. una fracción de biomasa forrajera (hojas y tallos tiernos, con diámetros menores o iguales á 0.5 cm),
2. una fracción de biomasa leñosa (tallos, con diámetros mayores á 0.5 cm). Ambas fracciones

Para cada individuo se midió: el diámetro a la altura del pecho, el número de rebrotes, diámetro de la base, la longitud de cada rebrote y el peso fresco de forraje y leña.

Se tomaron muestras frescas de ambas fracciones, de 300 (g) por individuo, las cuales se secaron a 60 °C por 48 horas, hasta alcanzar un peso constante. Se utilizó en una estufa digital con capacidad de 150 de litros y temperatura máxima de 200°C. Los pesos secos obtenidos, permitieron estimar la producción de biomasa aérea seca total por árbol, a través de los modelos de regresión lineal simple generados para forraje y leña: “y” = 0.4357x – 8.3423, (R = 0.988, p = 0.0001) y “y” = 0.4321x – 3.3381, (R = 0.978, p = 0.0001), respectivamente.

Análisis estadístico

Se determinó la normalidad de los datos, a través de una prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S), para una muestra. Posteriormente se realizó estadística paramétrica a través de correlaciones y modelos de mejor ajuste a través de regresiones simples, tomando como referencia los coeficientes de correlación de Perason, (R) y determinación (R²), respectivamente. Además se realizaron transformaciones de modelos potenciales ($y = a * x^b$) a lineales ($y = b * x + a$), obteniendo los logaritmos naturales de las variables estudiadas.

El software utilizado para el procesamiento de la información fue infoStat versión 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de biomasa forrajera y leña de Carbón (Acacia pennatula).

La producción mínima y máxima de biomasa seca forrajera en Carbón fue de 0.4 y 731.8 (g), respectivamente. Mientras que la producción promedio de biomasa seca forrajera fue de 166.5 ± 48.33 (g), en un período de seis meses de acumulación.

El mayor porcentaje de producción de biomasa seca total, durante el periodo de acumulación la obtuvo la biomasa comestible en relación a la leñosa (Tabla 1). Este resultado es similar con lo propuesto por Stür et al (1994), que el momento indicado para cosechar el follaje de las especies arbóreas es cuando existe la máxima productividad de material comestible; esto ocurre cuando dicha fracción representa del 50 al 60% del total producido.

Tabla 1: Producción de biomasa por fracción.

Fracción de biomasa	Producción (g)	Porcentaje
Forraje	2834	63
Leña	1687	37
Total	4520	100

Según el coeficiente de correlación de Pearson, demuestra un fuerte grado de asociación lineal positiva entre las variables que mejor determinaron la producción total por individuo de biomasa forrajera seca: diámetro de la base del rebrote, longitud del rebrote, número de rebotes, diámetro a la altura de pecho. Las correlaciones entre producción total por individuo de biomasa seca forrajera y las variables antes mencionadas resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.05$) y valores de correlación cercanos a 1. No obstante la biomasa forrajera seca total por individuo no está asociada con la altura de los árboles, por presentar un valor de correlación próximo a cero. Además la correlación resultó no significativa ($p > 0.05$), (Tabla 2). Este resultado es similar a lo encontrado por

Nieto (2000), quien encontró los valores más bajos de correlación entre la altura y producción de forraje en *A. pennatula*. Considerando que es de esperarse ya que el carbón no pasa los 12 m de altura, los que se alcanzan rápidamente.

Tabla 2: Correlación de la producción de biomasa forrajera seca total

Correlación de Pearson	Diámetro de la base del rebrote (cm)	Longitud del rebrote (cm)	Número de rebotes	Altura (m)	Dap cm
Biomasa forrajera seca total (g)	0.635(**)	0.635(**)	0.647(**)	-0.041	0.722(**)
Sig. bilateral	0.006	0.006	0.005	0.877	0.001
n	17	17	17	17	17

** *La correlación es significativa a nivel 0.01 (bilateral)*

Las variables relacionadas a la producción de biomasa forrajera seca, evidencian un comportamiento potencial de la forma $y = a * x^b$. Transformadas a modelos lineales de tipo $y = b * x + a$, donde “a” y “b” son estimadores de parámetros, “y” es la biomasa forrajera seca (g), “x” representa a las cuatro variables alométricas estudiadas (diámetro de la base del rebrote, longitud del rebrote, número de rebotes y diámetro a la altura de pecho). Estas fueron transformadas obteniendo sus logaritmos naturales, expresados matemáticamente como: $\ln a + b * \ln x$, (figuras 1, 2, 3 y 4). Al respecto Piñol y Martínez (2006) mencionan que muchas variables de interés ecológico presentan mayoritariamente relaciones de tipo potencial. Así, por ejemplo la masa total de los árboles guarda una estrecha relación con el diámetro del tronco.

Además demuestran una relación lineal positiva y directamente proporcional entre la biomasa seca forrajera (variable dependiente), en función de las variables evaluadas (variables independientes). Lo cual indica, la cantidad en que la recta se eleva (pendiente), por cada unidad de incremento en las variables independientes.

Los modelos alométricos de tipo lineal para las variables: diámetro de la base del rebrote, longitud del rebrote, número de rebrotes y diámetro a la altura de pecho (Dap), describen coeficientes de determinación (R²), de 0.442, 0.691, 0.704 y 0.621, respectivamente. Estos explican en valores porcentuales que la variabilidad de la biomasa seca total está influenciada por las variables antes mencionadas. Es evidente que las variables que mejor se correlacionaron con la biomasa forrajera seca, fueron: el número y longitud de los rebrotes y el Dap. Por lo que podrían considerarse como variables alométricas para predecir en campo la biomasa forrajera de esta especie. Las dos primeras variables demuestran que la capacidad de rebrotes es determinante en la acumulación de biomasa forrajera. Los valores de determinación encontrados para las variables diámetro de la base del rebrote y Dap sobrepasan significativamente a los reportados por López et al (2003), quienes encontraron para *A. pennatula* modelos no significativos y coeficientes de determinación menores a 0.3, en un sitio usado como potrero forestal.

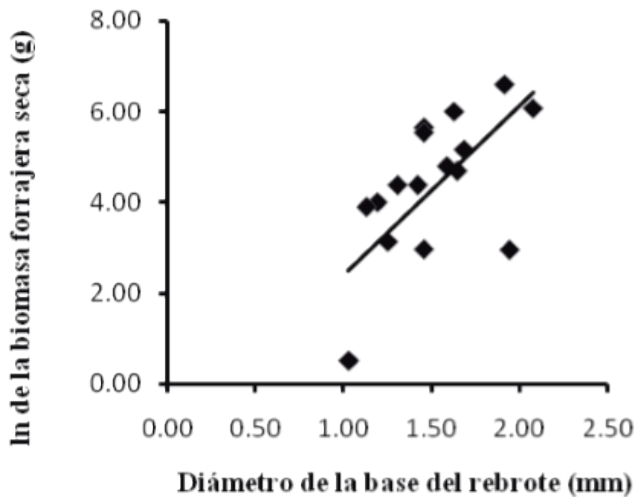


Figura 1. Biomasa forrajera seca según el diámetro de la base del rebrote en *A. pennatula*. n = 17, p = 0.0036.

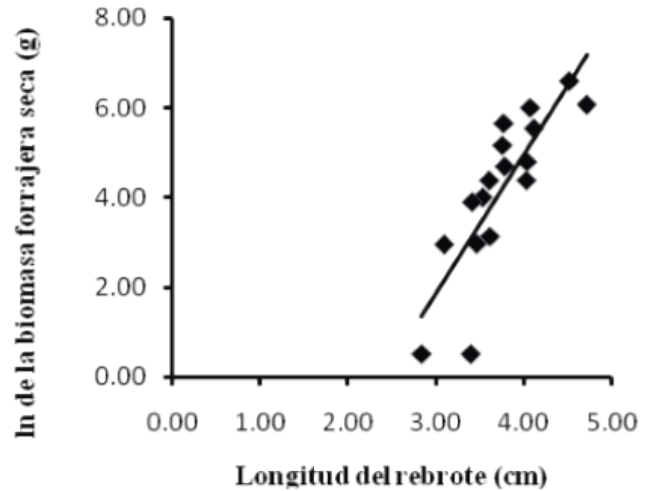


Figura 2. Biomasa forrajera seca según la longitud del rebrote en *A. pennatula*. n = 17, p = 0.0001.

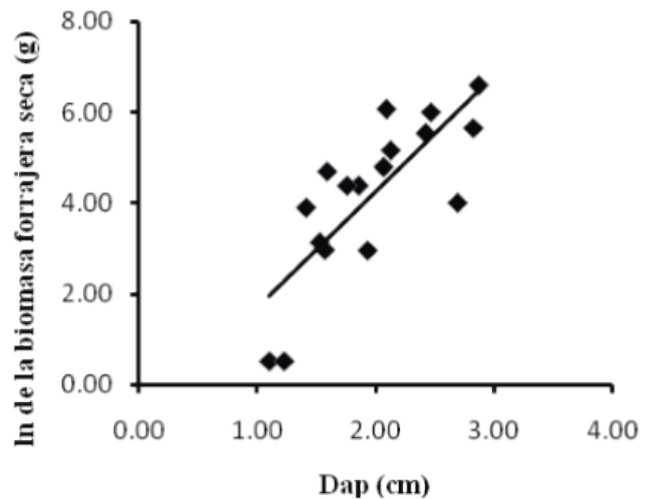


Figura 3. Biomasa forrajera seca según el Dap en *A. pennatula*. n = 17, p = 0.0002.

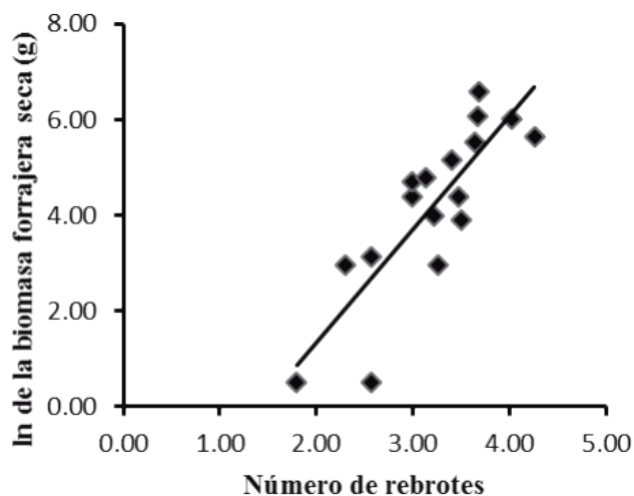


Figura 4. Biomasa forrajera seca según el número de rebrotes en *A. pennatula*. n = 17, p = 0.0001.

Los coeficientes de correlación de Pearson, demuestran un fuerte grado de asociación lineal positiva entre las variables que mejor determinaron la producción total por individuo de biomasa seca leñosa: diámetro de la base del rebrote y longitud del rebrote. Estas correlaciones resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.05$) y se obtuvieron coeficientes de correlación cercanos a 1. Lo cual indica una relación lineal entre la producción de biomasa leñosa como variable dependiente del diámetro de la base y longitud del rebrote. No obstante la biomasa forrajera seca total por individuo no está asociada con la altura y el número de rebrotes, por presentar unos valores de correlación próximos a cero. A demás las correlaciones resultaron estadísticamente no significativa ($p > 0.05$), (Tabla 3).

Tabla 3: Correlación de la producción de biomasa leñosa seca total

Correlación de Pearson	Diámetro de la base del rebrote (cm)	Longitud del rebrote (cm)	Número de rebotes	Altura (m)	Dap cm
Biomasa forrajera seca total (g)	0.617(**)	0.779(**)	0.265	-0.337	0.524
Sig. bilateral	0.019	0.001	0.360	0.184	0.055
n	14	14	14	14	14

* La correlación es significativa a nivel 0.05 (bilateral)

** La correlación es significativa a nivel 0.01 (bilateral)

Es evidente que la producción de biomasa forrajera y leña tuvieron un comportamiento lineal positivo para las variables alométricas evaluadas. Para la producción de leña, significa que a medida que estas aumentan estas variables, se obtiene mayor producción de leña (Figura 5, 6, 7 y 8). Es lógico que sea así, por que la producción primaria bruta (PPB) de la vegetación aumenta rápidamente hasta alcanzar un valor más o menos contante. Puesto que la energía radiante entra en el ecosistema por la superficie de las hojas y, una vez se alcanzado un cierto valor de índice foliar, las plantas ya no siguen acumulando hojas (Piñol y Martínez (2006).

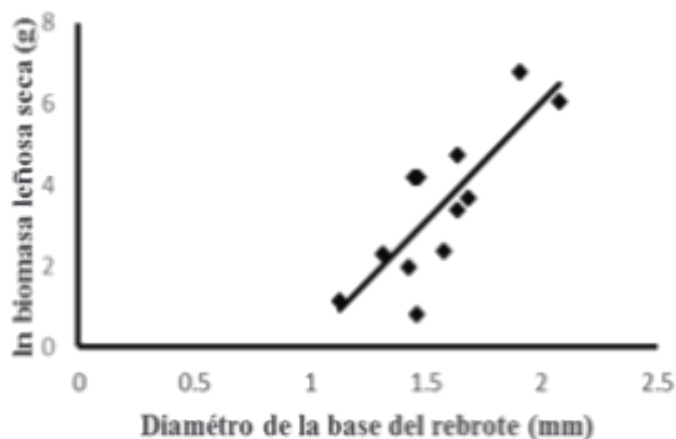


Figura 5. Biomasa leñosa seca según el diámetro de la base del rebrote en *A. pennatula*. n = 12, p = 0.0013.

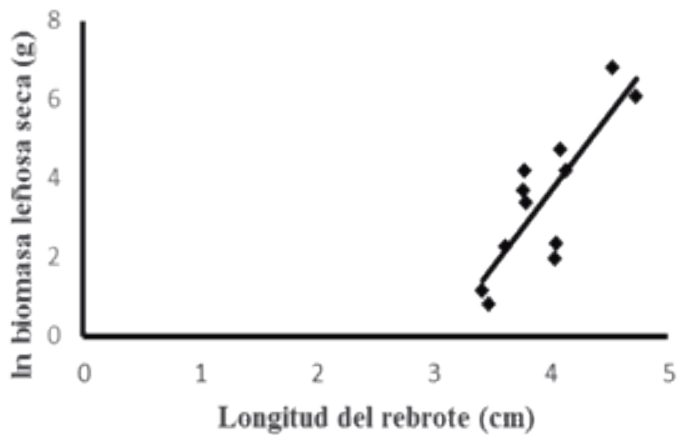


Figura 6. Biomasa leñosa seca según la longitud del rebrote en *A. pennatula*. n = 12, p = 0.0007.

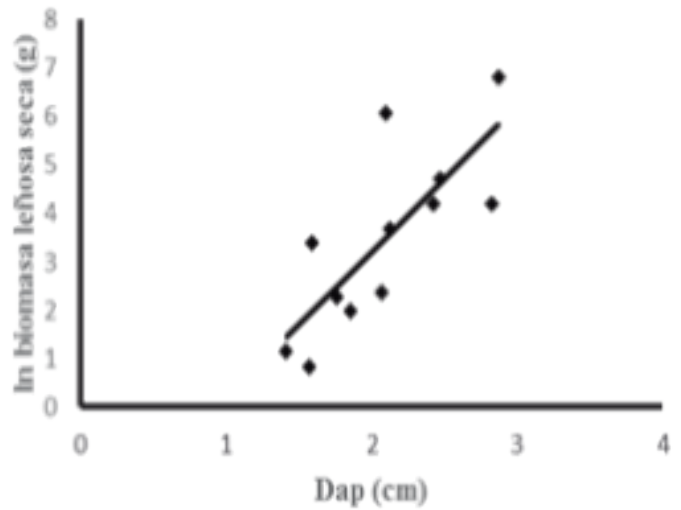


Figura 8. Biomasa leñosa seca según el número de rebrotes en *A. pennatula*. n = 12, p = 0.0030.

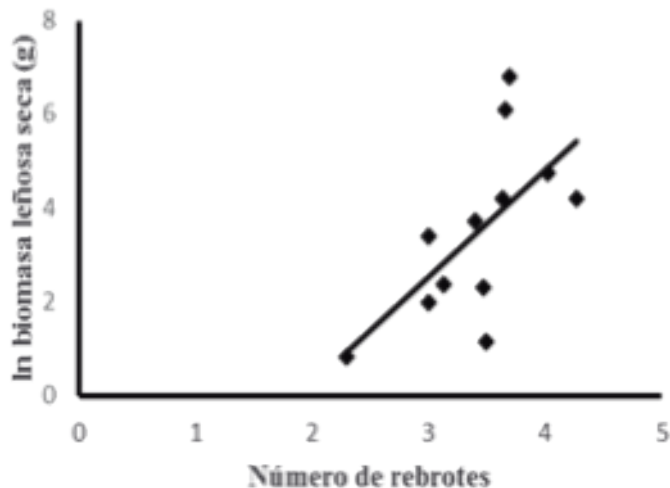


Figura 7. Biomasa leñosa seca según el número de rebrotes en *A. pennatula*. n = 12, p = 0.0250.

Los modelos alométricos generados, son aplicables únicamente a condiciones naturales de vegetación secundaria y características edafoclimáticas similares al sitio de estudio. Según los coeficientes de determinación (R^2), las variables que mejor ajustaron la producción de material comestible fueron: longitud del rebrote y número de rebrotes. Los coeficientes indican que el forraje depende en un 70% y un 68%, respectivamente, ambos modelos resultaron estadísticamente significativos. Mientras que la producción de leña se ajustó a la longitud del rebrote y diámetro de la base del rebrote (Tabla 5).

Modelos alométricos para la predicción de biomasa forrajera y leña.

Tabla 5: Modelos de ecuaciones alométricas para la predicción de biomasa seca forrajera y leñosa en Carbón.

Variable dependiente	Variable independiente	Ecuaciones alométricas	R ²	Significación
Biomasa forrajera seca (g)	Diámetro de la base del rebrote (cm)	$y = 3.7447x - 1.3735$	0,4323	0.0036
	Longitud del rebrote (cm)	$y = 3.0727x - 7.3336$	0,700	0.0001
	Número de rebrotes	$y = 2.3502x - 3.3439$	0.684	0.0001
	Altura (m)	$y = 5.5403x - 6.6572$	0,1633	0.1175
	Diámetro a la altura de pecho (cm)	$y = 2.5437x - 0.832$	0.5718	0.0002
Biomasa leñosa seca (g)	Diámetro de la base del rebrote (cm)	$y = 5.9112x - 5.7649$	0.66	0.0013
	Longitud del rebrote (cm)	$y = 3.9168x - 11.954$	0.7001	0.0007
	Número de rebrotes	$y = 2.2913x - 4.3639$	0.4094	0.0250
	Altura (m)	$y = 195.47x^2 - 3160x + 12666$	0.3595	0.2384
	Diámetro a la altura de pecho (cm)	$y = 2.9831x - 2.7523$	0.6023	0.0030

Dónde: “y” = Biomasa forrajera y leñosa; a, b y c = parámetros a estimar y “x” = al valor que asuma cada variable independiente.

CONCLUSIONES

La mayor proporción de biomasa aérea, estuvo representa por la producción de forraje en relación a la leña.

Las variables regresoras longitud del rebrote, número de rebrotes y diámetro de la base del rebrote tienen la suficiente confiabilidad estadística para la estimación forraje y leña, en condiciones similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Durr, P. (1992). Manual de árboles forrajeros de Nicaragua. MAG/COSUDE . 125 pp.
 E, Pérez. (2006). Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos. Tesis Mag. Sc. Copán,

Honduras. 138 p.
 Etchevers, J; Vargas, J; Acosta, M; Velásquez, A. (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. Agrociencia (Méx.) 36(6): 725 – 736.
 Gonzáles, M. (2008). Estimación de la biomasa aérea y la captura de carbono en regeneración natural de *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* y *Quercus* sp. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 97 p.
 Guillén, A; Palacios, A; Espinoza, J. (2007). Ecuaciones de predicción para la producción de forraje de palo verde (*Cercidium floridum*) en baja California sur, México. Interciencia (Ven.) 32(10): 712 – 715.
 Jiménez, C. (2010). Uso de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en la parte aérea de *Pinus hartwegii*. Tesis Mag. Sc. Chapingo Texcoco, México. 65 p.
 L. Simón, L. Lamela, D. Hernández. (2011). Los Sistemas Silvopastoriles en Cuba: Conferencia del 1er Seminario Internacional de Ganadería Agroecológica realizado en Villavicencio. (Col). Revista en Sistemas de Producción Agroecológica. 2(1): 22 pág.
 M. Ibrahim, C. Villanueva, F. Casasola y J. Rojas. (2006). Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. Pastos y forrajes (Cub) 29(4): 383 – 489.
 Nieto Villalobos, H. (2000). Contribución de *Acacia pennatula* a la productividad agroforestal sostenible de la reserva natural Miraflores Moropotente, Estelí, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 69 p.
 Peguero, G; Lanuza, O. R; Savé, R y Espelta, J. M. (2011). Allelopathic potential of the neotropical dry-forest tree *Acacia pennatula* Benth.: inhibition of seedling establishment exceeds facilitation under tree canopies. Plant Ecol.
 Pérez, N y Linares, T. (2008). Sistemas agroforestales: una propuesta para la caracterización y evaluación de sistemas silvopastoriles. [En

- línea]. 1° de Diciembre de Cali Colombia. www.agroforesteriaecologica.com.
- Pérez, E. (2006). Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos. Tesis Mag. Sc. Copán, Honduras. 138 p.
- Piñol, J., & Martínez Vilalta, J. (2006). Ecología con números. Una introducción a la ecología con problemas y ejercicios de simulación. Editorial Lynx, Bellaterra - Barcelona, España.
- Silvina, M; Franco, J; Núñez, V; y Seghezzi, L. (2009). Estimación de densidad de biomasa aérea en ecosistemas naturales de la provincia de Salta. *ASADES (Arg.)* 13: 37 - 45.
- Stür, W.W.; Shelton, H.M. & Gutteridge, R.C. (1994). Defoliation and management of forage tree legumes. In: *Forage tree legumes in tropical agriculture*. (Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M., Eds.). CAB International. Wallingford, UK. p. 144.
- Salazar, R. (1989). Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple. Serie de investigación técnica. Boletín técnico 20. Centro de Agronomía de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Mirafior Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011

Veronica Ruiz¹

Robert Savé²

Alejandrina Herrera Herrera³

RESUMEN

Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Mirafior Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011. El análisis multitemporal permite detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre el medio. El propósito del estudio fue evaluar el cambio de uso del suelo en el Paisaje Terrestre Mirafior Moropotente en el período 1993-2011, a través de imágenes satelitales, a fin de determinar el estado de fragmentación del paisaje. Los cambios de usos de suelo fueron derivados de la clasificación de tres imágenes Landsat TM, con una resolución espacial de 30 metros tomadas en febrero de 1993, abril de 2000 y enero 2011. Se realizó una verificación en campo para la identificación de coberturas de suelo y la corroboración en las imágenes satelitales.

La fragmentación se realizó con el cálculo de métricas e índices de fragmentación a nivel del paisaje. Los principales resultados muestran que los cambios de uso de suelo están determinados por la degradación antrópica, principalmente en la conversión de la vegetación nativa a espacios agrícolas y la expansión de la ganadería. El crecimiento demográfico y los monocultivos van ejerciendo presión sobre el bosque, transformando zonas de vocación forestal a cultivos agrícolas. Los cambios de cobertura han significado un paisaje fragmentado con diferentes grados de perturbación, que conllevan a una disminución de la superficie de hábitats naturales, reducción del tamaño de los fragmentos y aislamientos de los mismos.

Palabras claves: paisaje; fragmentación; borde; forma

1 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Estación Experimental para el estudio del Trópico Seco: Correo electrónico: verolisrg@gmail.com

2 Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), Horticultura Ambiental

3 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Estación Experimental para el estudio del Trópico Seco

Multitemporal analysis of land use change in the Terrestrial Protected Landscape Mirafior Moropotente Nicaragua, 1993-2011

Veronica Ruiz¹

Robert Save²

Alejandrina Herrera Herrera³

ABSTRACT

Multitemporal analysis to detect changes between different reference dates, deducing the evolution of the natural environment or the impact of human action on the environment. The purpose of the study was to evaluate the change in land use in the Mirafior Moropotente Terrestrial Landscape in the period 1993-2011, through satellite images in order to determine the status of landscape fragmentation. Changes in land use classification were derived from three Landsat TM images with a spatial resolution of 30 meters taken in February 1993, April 2000 and January 2011. We conducted a field verification to identify land cover and corroboration in satellite images.

Fragmentation was performed with the calculation of metrics and indices of landscape-level fragmentation. The main results show that changes in land use are determined by anthropogenic degradation, mainly in the conversion of native vegetation to agricultural areas and the expansion of livestock. Population growth and monocultures are putting pressure on the forest, transformed areas for forestry to agricultural crops. Coverage changes meant a fragmented landscape with varying degrees of disruption, leading to a decrease in surface natural habitats, reducing the size of the fragments and isolates thereof.

Keywords: landscape; fragmentation; border; shape.

¹ UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Experimental Station for the Study of the Dry Tropics E-mail: verolisrg@gmail.com

² Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), Environmental Horticulture

³ UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Experimental Station for the Study of the Dry Tropics

INTRODUCCIÓN

Generalmente los estudios del cambio de uso del suelo forestal evalúan la velocidad de la deforestación/reforestación, determinan su extensión geográfica y entienden cuáles son las causas sociales y económicas de los cambios, en las escalas global, regional y local (Skole et al. 1994; Ojima, et al. 1994). El análisis multitemporal permite detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio (Chuvieco 1996).

Los ecosistemas terrestres han sufrido grandes transformaciones, la mayoría debido a la conversión de la cobertura del terreno y a la degradación e intensificación del uso del suelo (Lambin 1997). La actividad humana ha sido la gran transformadora del paisaje en los últimos 300 años (Aguayo et al. 2009). Por ejemplo los bosques y selvas de América Latina para el año 2000 se habían reducido en más de un 50 % de su cobertura original; en particular, países como Brasil, México y Costa Rica fueron el centro de las mayores alteraciones (Velázquez et al. 1997).

En Nicaragua la vegetación ha sufrido pérdida de los bosques producto de la colonización agrícola, el aprovechamiento de los bosques sin control y la expansión de la ganadería extensiva (Stevens 2001). Otros factores del cambio de usos de suelos es: migraciones campesinas, el reasentamiento de los desmovilizados de guerra y orientación de las políticas y programas de desarrollo agropecuarias (INAFOR 2008). Los bosques actuales se encuentran en las áreas protegidas (tienen por objeto la conservación, el manejo racional, la restauración de la flora, fauna silvestre, la biodiversidad, la biosfera, fenómenos geomorfológicos, sitios de importancia históricos, arqueológica y cultural), sin embargo se están modificando a pesar que existen categorías de manejo en los que incluyen directrices para la administración. La categoría de manejo es una denominación técnica que

se da a un área protegida en función de la valoración de las características biofísicas y socioeconómicas intrínsecas del área y los objetivos de conservación que puede cumplir. Cada una representa diversos grados de intervención humana y tiene sus propias restricciones en cuanto al uso de los recursos.

En los últimos años se han realizados estudios sobre cambio de uso de suelo y escenarios de cambio climático (Ticona 2011), evaluación de áreas afectadas, tras el paso del huracán Félix en el año 2007 (Mendoza 2010), análisis multitemporal para la detección de cambios en el uso del suelo en tres municipios afectados por el huracán Juana (Williamson 2006), evaluación de un paisaje fragmentado para la conservación y recuperación de la biodiversidad en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente (PTP MM) Estelí, Nicaragua (Correa 2000).

El análisis del cambio de uso de suelo en el PTP MM puede utilizarse para reorientar los programas de manejo y la restauración de ecosistemas degradados del área protegida. Por otra parte los resultados pueden mostrar el grado de fragmentación del área, referidos por atributos (número de fragmentos, tamaño, forma, abundancia, riqueza y grado de aislamiento de los fragmentos). El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el cambio de uso del suelo y fragmentación en el Paisaje Terrestre Miraflores Moropotente en el período 1993- través de imágenes satelitales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. El estudio se ubica en el PTP MM, en la Región Central Norte de Nicaragua, entre las coordenadas 13° 29'50" Latitud Oeste a 25° 29'15" y 86° 7'30" longitud Norte a 86° 3' 22". A una distancia de la ciudad de Estelí (Fig.1).

La precipitación promedio anual varía entre 800 y en las zonas más secas (bosque seco y mesetas de Moropotente) y entre 1200 y 1600 en las zonas más

húmedas (bosque mixto y montano). La temperatura promedio anual varía entre 22 y en las zonas más bajas y menos de en las zonas más altas (Correa 2000).

El 57 % del área es de vocación forestal, tierras que, debido a sus características físicas del suelo, topografía y pluviosidad, deberían ser mantenidas bajo cobertura boscosa u otra utilización sostenible que pueda evitar externalidades negativas relacionadas al suelo y agua. (INAFOR 2008), el 11.7 % pecuaria, el 11.8 % agrícola con cultivos perennes, el 7.3 % cultivos especiales (helechos y orquídeas) y el 12.2 % con cultivos anuales En relación al paisaje, se diferencian cuatro tipos: bosque deciduo, bosque montano, mesetas de moropotente y bosque mixto (Correa 2000).

En el año 2004 dado a su extensión territorial y otros valores intrínsecos, es declarada como Paisaje Terrestre Miraflores Moropotente. Su categoría ha venido cambiando, pasando en el caso de Moropotente por Reserva natural en 1991 y como Reserva Natural

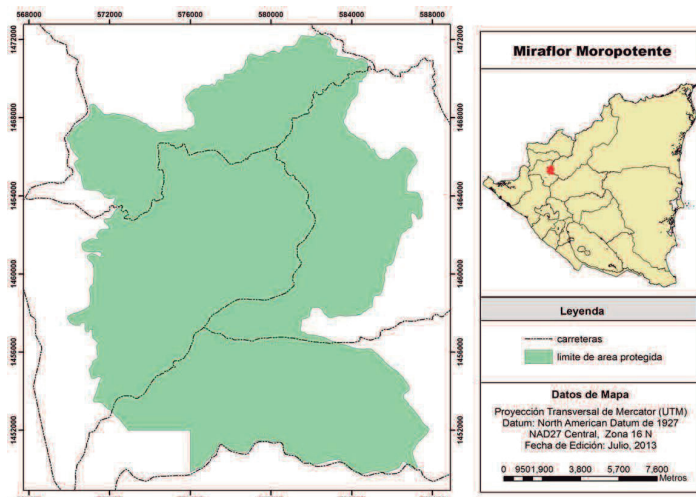


Figura 1. Ubicación geográfica del Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente. En la imagen de la izquierda mapa de Nicaragua, figura de la derecha PTP MM.

de Miraflores en 1996. Por otra parte estas dos áreas conforman la Reserva Natural Miraflores Moropotente, declarada como área demostrativa en el año 1999. Actualmente el área es manejada por el FORO

Miraflores aglutina a las diferentes organizaciones del área protegida y tiene como función principal la gestión y promoción del manejo y desarrollo sostenible del área protegida, las directrices de administración están dirigidas a: controlar, normar la investigación y monitoreo en el área, permitir actividades económicas, restauración de paisajes y prohibir la introducción de especies exóticas (Nicaragua 1999).

Determinación de los cambios de uso del suelo a través de imágenes satelitales. Para la estimación, el análisis y la cuantificación de los cambios de uso del suelo a través del tiempo, se utilizaron tres imágenes Landsat TM, con resolución espacial de 30 metros tomadas en los meses febrero de 1993, abril de 2000 y enero 2011, en una serie temporal de 18 años (1993-2011). Las imágenes fueron obtenidas desde USGS (centro Geológico de los Estados Unidos), cuyo nivel de procesamiento incluye correcciones radiométricas, geométricas y topográficas.

Clasificación de las imágenes. Se seleccionaron áreas representativas de cada cobertura del suelo para obtener su valor espectral, clasificando píxeles que representaron los patrones de los tipos de cobertura del suelo y que se identificaron en campo. Este tipo de clasificación en donde se indica a priori cuáles serán las clases temáticas, se denomina supervisada (ERDAS, Inc. 1997).

Los pasos que se siguieron fueron: (1) selección y edición: identificación de píxeles similares y representativos de las áreas de entrenamiento asignándoles a una firma espectral determinada y calculándole su estadístico con apoyo en los trabajos de campo. (2) evaluación de las categorías o firmas espectrales; una vez definidas las firmas espectrales y antes de abordar el proceso de clasificación, se evaluó la viabilidad de las categorías para su clasificación. (3) Clasificación de la imagen satelital: el algoritmo de la clasificación supervisada empleado es del tipo paramétrico. Se trabajó al 95 % de confiabilidad de la

clasificación de la imagen correspondiente al año 2011, con un error de $\pm 5\%$. El software utilizado para la clasificación de imágenes ERDAS 2011 y ArcGIS 10.

Cobertura del suelo. La determinación del tipo de cobertura vegetal del área, se basó en la clasificación de uso de suelo del Ministerio Agropecuario y Forestal (Nicaragua 2010): (1) bosque latifoliado cerrado (altos o bajos, con cobertura de copas > 70), (2) bosque mixto: pino y roble, (mezcla de especies de diferentes gradientes altitudinales, por ejemplo: 50 % roble, y en algunos casos 50 % pino), (3) bosque latifoliado abierto (altos o bajos, con cobertura entre 30 - 70 %), (4) tacotal (vegetación leñosa derivada de la tala del bosque, presenta un mosaico de varias fases de sucesión, frutales con árboles), (5) pastos con árboles dispersos (sistemas agroforestales, naturales o sembrados), (6) pastizales (pastos mejorados, pastos con malezas y/o árboles esparcidos), (5) cultivos agrícolas (áreas que están dedicadas a todo tipo cultivos anuales tecnificados o no).

Verificación en campo de las clases de cobertura, diseño y tamaño del muestreo. Se realizó una verificación en campo para la identificación de coberturas de suelo y la corroboración en las imágenes satelitales. En la imagen del 2011 se trazó una red de puntos al azar. Según (Congalton 1988), los puntos de verificación tienen que representar una superficie aproximada a 1 % de la superficie cartografiada. En el área de estudio representó 155 puntos del área total.

Análisis y cuantificación de los cambios. El cambio de uso de suelo fue cuantificado usando la ecuación propuesta por (FAO 1996), para calcular la tasa de cambio anual

$$(TDA): \text{Tasa} = \left[\frac{S_2}{S_1} \right]^{1/n} - 1$$

Dónde: TDA: tasa de cambio anual: S_2 = superficie fecha 2, S_1 = superficie en la fecha 1, n = es el número de años entre las dos fechas

Fragmentación del PTP MM. A partir del uso actual de suelo realizado con teledetección (imágenes de satélite Landsat 7 del año 2011), se realizó el cálculo de métricas e índices de fragmentación a nivel de Paisaje. El procedimiento de cálculo se aplicó mediante las herramientas SIG V LATE y PATCH ANALYST ambas diseñadas para el software ArcGIS versión 9.3 y los índices se calcularon con la herramienta V LATE.

Métrica de área. Corresponde a la suma total de todas las áreas (m^2) de un tipo de clase de vegetación, expresado en hectáreas (McGarigal et al 2002). Se calculó mediante la fórmula:

$$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} (1/10.000)$$

Dónde: CA: área total y a_{ij} : área de cada parche correspondiente a cada clase (m^2)

Métrica de borde. Se obtiene a partir de la sumatoria de la longitud (en metros) de cada uno de los segmentos que componen los parches de una clase o un tipo de cobertura, dividido entre el área total del paisaje (m^2) y expresado en hectáreas. Usando la siguiente fórmula:

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A(10.000)}$$

Donde: ED: Índice de Borde. e_{ik} : longitud de cada segmento que compone los parches de cada una de las clases (metros) y A: área total del paisaje (m^2)

Métrica de forma. Para cuantificar esta relación se utilizaron dos índices estándar: índice de diversidad de forma propuesto por (Patton 1975) adaptado por (Laurence y Yensen 1991)

$$SHAPE = \frac{P_{ij}}{\min P_{ij}}$$

Donde P_{ij} = perímetro de cada parche (m) y $\min P_{ij}$ = perímetro máximo posible de cada parche relativamente compacto.

Este índice toma valores de 1 o cercanos a 1, mientras más compacto sea el parche y este asciende hasta el infinito mientras más irregular o menos compacto sea el fragmento. Los resultados de este índice pueden ser agrupados en cinco rangos (Henaó 1988): redondo (SI < 1.25), oval redondo (SI entre 1.25 a 1.5), oval oblongo (SI entre 1.5 a 1.7), rectangular oblongo (SI 1.7 a 2) y amorfo (SI > 2).

Índice de dimensión fractal promedio de un fragmento discreto (Krummel et al 1987),

$$FRAC = 2 \ln (0.25 P_{ij}) \ln A_{ij}$$

Dónde: P_{ij} : Perímetro del parche (m) y A_{ij} : Área de cada parche (m²).

Este índice varía entre 1 para formas euclidianas simples (cuadrados y círculos) y 1.001 a 2 para formas complejas análogas a objetos fractales. La forma de los parches será más irregular.

Análisis estadísticos. El análisis se basó en la estadística descriptiva, reflejada en medias, porcentajes desviación y errores estándares. Se utilizó análisis descriptivo multivariado exploratorio para determinar si la muestra proviene de una distribución normal y el análisis de componentes principales y conglomerados (Di Rienzo et al. 2010). Los datos que no cumplen con el supuesto fueron normalizados con log10.

RESULTADOS

Cambio de uso del suelo período 1993-2001

Para los períodos evaluados, los resultados evidencian cambios de cobertura para el área protegida. En el primer período (1993- 2000) el bosque latifoliado denso refleja un ligero incremento, sin embargo, para el

siguiente período (2000-2011) disminuye. El bosque mixto (pino y roble) en ambos períodos ha sufrido una disminución. El bosque latifoliado ralo en el primer período evaluado ha disminuido, sin embargo, aumenta para el siguiente período. Todo esto se refleja en los tres mapas generados. La superficie dedicada a pastos con árboles dispersos aumenta en el primer período y en el siguiente experimenta una disminución. Los pastos disminuyen en ambos períodos, sin embargo, los tacotales y áreas de cultivos aumentan. (Figs. 2, 3 y 4).

Las tasas de cambio (TAC) en el periodo evaluado fueron de 28.17 hectáreas en aumento y 22.42 hectáreas en disminución (Tabla 1).

Fragmentación del paisaje período 1993-2001

Los resultados indican un paisaje fragmentado que conlleva a una disminución de la superficie de hábitats naturales (Fig. 5). Al aplicar el índice de diversidad de forma de Patton, el bosque latifoliado denso muestra formas amorfas o irregulares en relación al resto de coberturas que tienen formas más definidas (rectangulares u oblongas). Mientras que el índice de dimensión fractal refleja que todas las categorías presentan formas irregulares. La métrica que posee mayor borde promedio son las áreas de bosque latifoliado denso, seguido de las áreas de pastos con árboles dispersos. Las áreas que presentan menores bordes son los cultivos y las áreas de bosque mixtos. Se refleja que cuando los bordes son muy abruptos, se evidencia más el cambio de uso del suelo (Tabla 2). Los tacotales ocupan la mayor superficie del área total (26.12 %), los bosques ralos el 23.89 %, pastos con árboles dispersos el 21.46 %, bosque denso con 14.19 %, pastizales 8.25 %, cultivos agrícolas 5.38 % y bosque mixto 0.71 %. Los tacotales presentan la mayor cantidad de parches, seguidamente bosques ralos y pastos con árboles dispersos. Los cultivos, pastizales, bosque denso y mixto, menor número de fragmentos (Fig. 6).

DISCUSIÓN

Cambio de uso del suelo período 1993-2001

El paisaje del área protegida PTPMM presenta todavía remanentes de bosque nativo, pero es un paisaje fragmentado por la actividad agrícola y pastoril. (Correa 2000). Este cambio de uso del suelo inicia con el auge de la ganadería y el boom del café en los años 70' (Ravera 2007). Posteriormente, en los años 80' con la Reforma Agraria, se introduce el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) como principal alternativa económica haciendo mayor presión por el bosque nativo (López 2002). La dinámica de cambio es desencadenada y controlada por factores demográficos y las consiguientes actividades productivas. Para el área, según (PANIF 1999), desde el año 1999 al 2005 (6 años), la población ha incrementado en un 53 %. De 7,500 habitantes pasaron a 16,127 (INIDE 2005).

El ligero aumento del bosque latifoliado denso en el primer período de evaluación (1993-2000) puede obedecer a que en este período toma impulso una reflexión entre la municipalidad de Estelí y la Unión de Cooperativas Agropecuarias de la zona, sobre las características y el desarrollo del área. Se parte de la premisa de que era una zona con alto potencial ecológico y productivo, pero muy afectado por la forma de uso a la que se le sometió (MARENA et al 2004).

Desde ese entonces, se promueve la declaratoria de Miraflores como Área Protegida, la cual se concretiza en el año 1999 junto a todos los cerros y macizos del país como una Reserva Natural. Sin embargo, a partir del 2000 al el 2011, se evidencia una disminución del bosque latifoliado denso, que se puede deber a la presión ejercida por el aumento de la población en el área para este período (INIDE 2005).

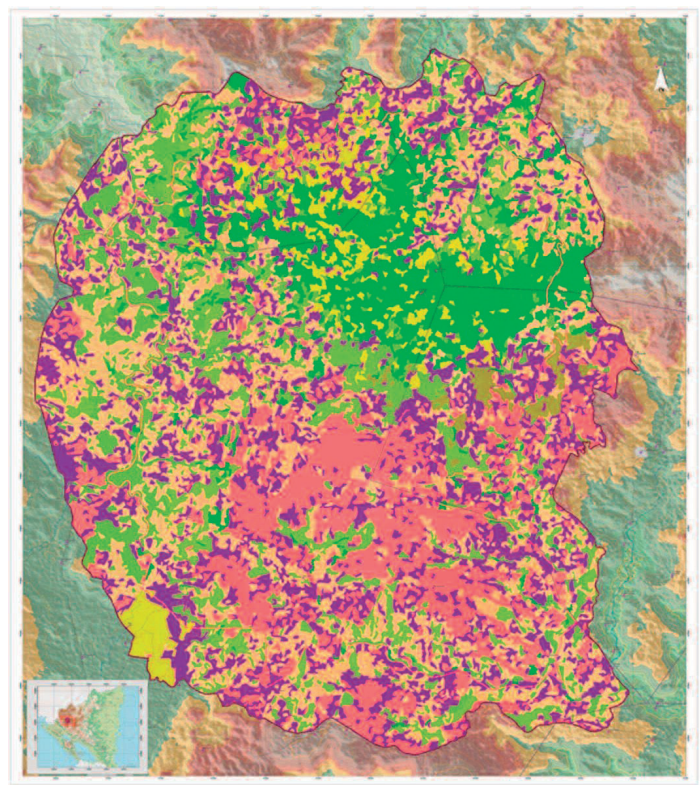
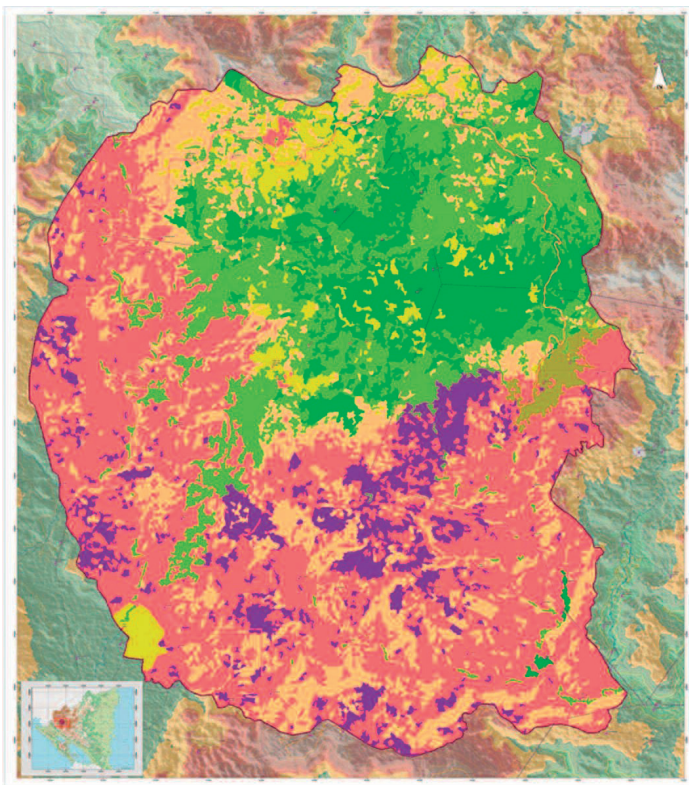


Figura 2. Mapa de cambios de uso para el año 1993

Figura 3. Mapa de cambios de uso para el año 2000

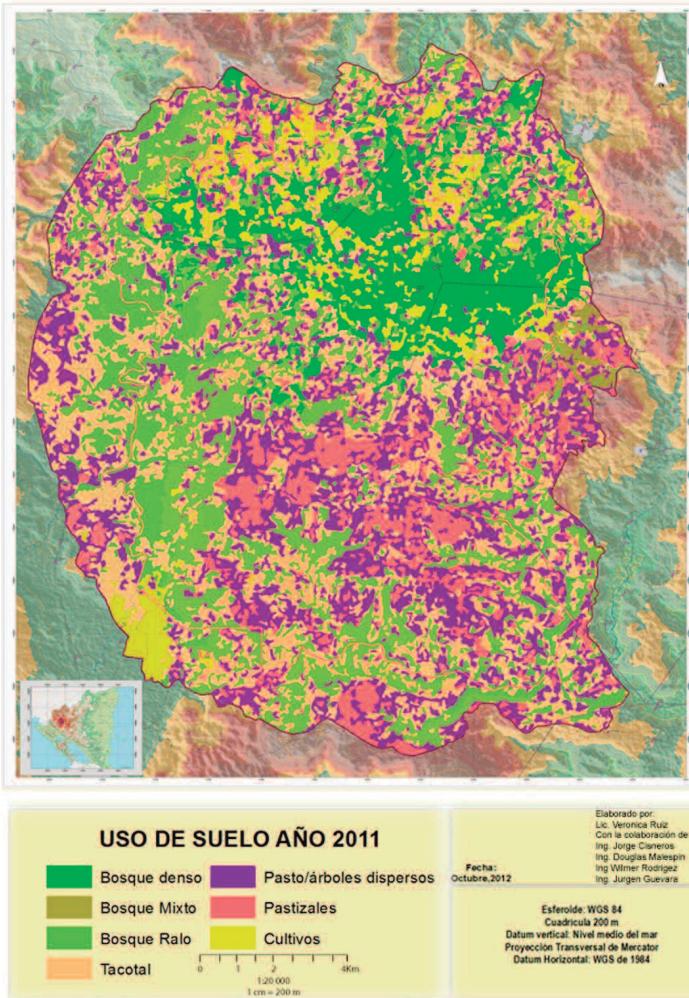


Figura 4. Mapa de cambios de uso para el año 2011

Tabla 1. Cobertura del suelo y tasa de cambio (TAC) en el período 1993 – 2011.

Cobertura	Áreas de 1993		Áreas de 2000		TAC	Áreas de 2011		TAC
	Ha	%	Ha	%	Ha	Ha	%	Ha
BLD ¹	5226.6	11.17	6101.2	13.0	2.2	5520.4	11.8	-0.91
BM ²	472.4	1.01	462.6	0.9	-0.3	306.4	0.6	-3.67
BLR ³	8971.6	19.17	8625.5	18.4	-0.5	11867.9	25.3	2.94
PAD ⁴	3689.1	7.88	10398.0	22.2	15.9	10155.0	21.7	-0.21
Pas ⁵	17340.4	37.06	7497.4	16.0	-11.2	3963.4	8.4	-5.63
Tac ⁶	9162.2	19.58	11673.1	24.9	3.5	12329.2	26.3	0.50
Cul ⁷	1932.4	4.13	2036.9	4.3	0.7	2652.3	5.6	2.43
Total	46794.9	100	46795.0	100		46795.0	100	

1 BLD: Bosque latifoliado denso, 2 BM: Bosque Mixto, 3 BLR: Bosque latifoliado ralo, 4 PAD: Pasto/árboles dispersos, 5 P: Pastizales, 6 T: Tacotal, 7 C: Cultivo.

Valores por debajo de cero, corresponden a categorías que están perdiendo superficie y los de arriba de cero, los que están ganando.

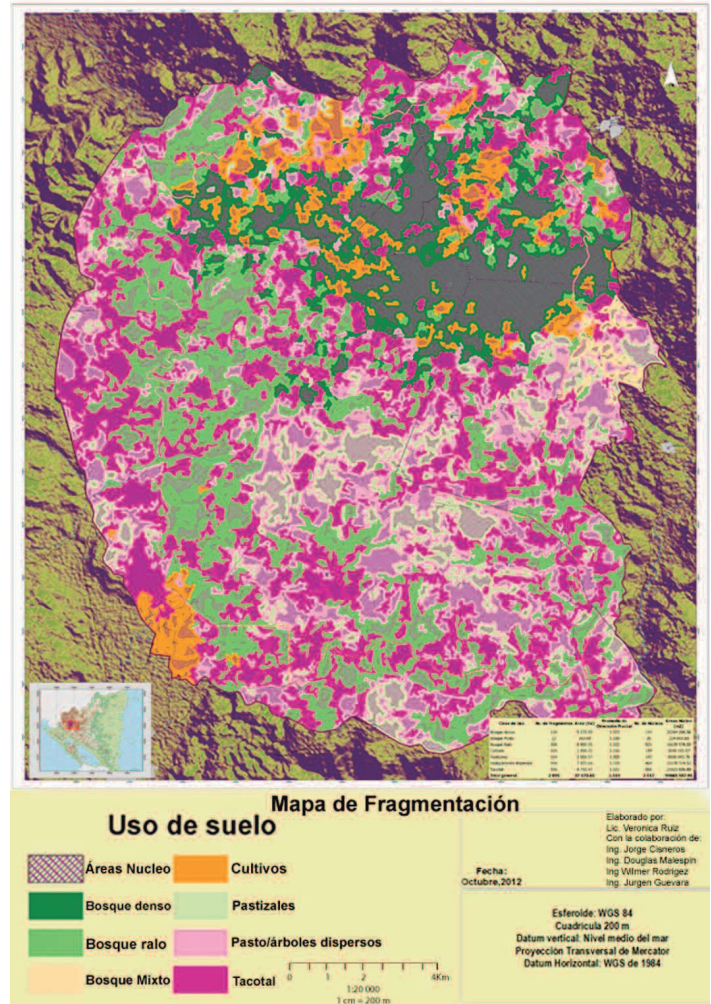


Figura 5. Fragmentación por cada tipo de cobertura en el PTP MM Terrestre Miraflores Moropotente en el 2011.

Probablemente la extracción de productos maderables y la expansión de la ganadería en la zona, ha hecho presión sobre el bosque mixto (pino y roble), provocado su disminución en ambos períodos evaluados. La pérdida de coberturas forestales densas ha dado paso a un incremento en otros usos y en cubiertas forestales de menor densidad (Maas et al 2005). El bosque latifoliado ralo ha aumentado en relación al primer período, lo que puede estar asociado a diversas acciones que se están desarrollando vinculadas al manejo sostenible del área y contempladas en el plan de manejo, con el fin de lograr la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad productiva (MARENA et al 2004).

Diversos programas han promovido incentivos para la incorporación de sistemas silvopastoriles en las

fincas de los productores del área, esto puede verse reflejado en el aumento en el área de pastizales con árboles dispersos (pastizales arbolados) en relación al primer período de evaluación.

Las áreas de pastizales se encuentran en un avanzado estado de deterioro, los bajos costos de los subproductos de la ganadería, las fluctuaciones en los precios y los altos costos de inversión para esta actividad, puede estar provocando la disminución del área para esta práctica. Por consiguiente los potreros se abandonan por los altos costos de mantenimiento, dado lugar a áreas con tacotales en donde reaparecen otras especies invasoras y colonizadoras (Ravera 2007).

Sin embargo, la práctica agrícola sigue expandiéndose y se refleja en un aumento en área en los últimos años evaluados. A pesar de que es un área protegida, actualmente tiene una categoría más flexible en términos de uso, permitiendo cierto grado de intervención. Probablemente este es uno de los factores que influye en el aumento de áreas dedicadas a la agricultura y la consecuente disminución de las áreas boscosas.

Tabla 2. Índice de cobertura de forma y borde.

Cobertura	Índice de diversidad Patton (forma)	Índice de dimensión Fractal (forma)	Índice de borde
	$\bar{G} \pm SE$	$\bar{G} \pm SE$	$\bar{G} \pm SE$
BLD ¹	2.03 ± 0.08	1.32 ± 0.003	4784.17 ± 2.35
BM ²	1.81 ± 0.06	1.32 ± 0.005	2169.53 ± 1.02
BLR ³	1.87 ± 0.02	1.32 ± 0.001	2551.10 ± 1.22
PAD ⁴	1.90 ± 0.03	1.31 ± 0.002	2911.81 ± 1.53
Pass ⁵	1.70 ± 0.03	1.30 ± 0.002	2499.00 ± 1.03
Tac ⁶	1.88 ± 0.02	1.32 ± 0.001	2713.97 ± 1.42
Cul ⁷	1.76 ± 0.02	1.31 ± 0.002	2123.06 ± 1.01

La \bar{G} es la media y la SE el error estándar 1 BLD: Bosque latifoliado denso. 2 BM: Bosque Mixto. 3 BLR: Bosque latifoliado Ralo. 4 PAD: Pasto/árboles dispersos. 5 P: Pastizales. 6 T: Tacotal. 7 C: Cultivos.

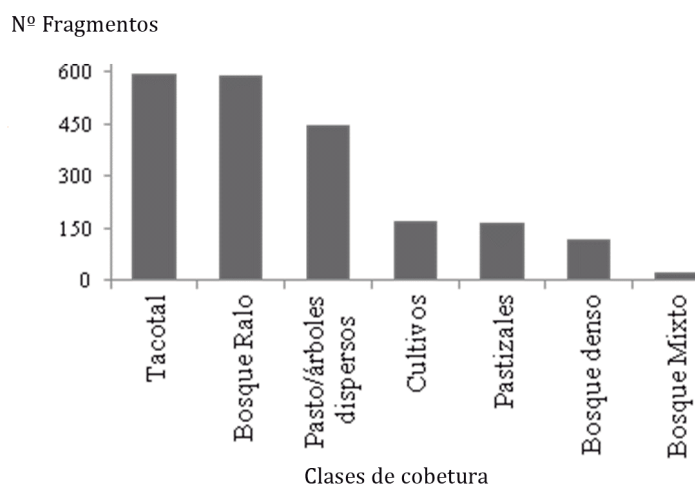


Figura 6. Fragmentos por cada tipo de cobertura en el PTP MM.

Fragmentación del paisaje

El estado de conservación del recurso bosques del PTP MM presenta fragmentos de hábitat natural bajo una fuerte presión, como producto de factores antropogénicos (MARENA et al 2004). La fragmentación del bosque nativo se da por el reemplazo de grandes áreas por otros ecosistemas, dejando parches (o islas) separados del bosque y entre sí (Murcia 1995). En el área, se evidencia en los diferentes tamaños y formas de los fragmentos que reflejan las diferentes coberturas paisajísticas.

El grado de intervención del área da lugar a una fragmentación excesiva de los ecosistemas y puede reducir la aptitud de un hábitat para ciertas especies, al no existir fragmentos suficientemente grandes para mantener poblaciones estables (Usher 1987). Se sabe que las modificaciones humanas son las más determinantes en la fragmentación de los ecosistemas, acelerando la pérdida de hábitat y la reducción de la diversidad biológica. El paso de bosque nativo a áreas de pastizales y agrícolas en el área, hace que el paisaje se encuentre más fragmentado y el efecto de borde sea más abrupto.

La forma de los parches es de importancia ecológica, especialmente por afectar directamente los

movimientos y flujos entre eco- sistemas adyacentes (Forman 1995, citado por Correa 2000). Para el área, la formas irregulares de los fragmentos en el paisaje boque denso y ralo, probablemente se deben a patrones históricos de fragmentación (Correa 2000).

Las formas regulares en el paisaje de tacotales, pastos con árboles dispersos, pastizales y cultivos pueden estar relacionadas con la intervención del ser humano, en la delimitación de sus territorios, Correa, 2000). El índice fractal indica que todos los fragmentos se asemejan a formas complejas (Krummel et al. 1987; Rau et al. 2000; Rau y Gantz 2001), dando lugar a diversidad de paisajes.

La fragmentación genera cambios en los procesos ecológicos y uno de esos cambios es la presencia de los efectos de los bordes, como resultado de la interacción de dos ecosistemas adyacentes, (Murcia 1995). El efecto borde será un factor a tener en cuenta los cambios y/o alteraciones en la biodiversidad de los ecosistema (Essen et al. 2006).

CONCLUSIONES

Se estudió el cambio de uso de suelo en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente en una serie de 18 años haciendo uso de imágenes satelitales Landsat en dos períodos históricos (1993-2011). Se evidencia cambio de uso del suelo mostrado en diferentes paisajes.

El aumento de la población a partir de los años 80', las prácticas agrícolas y pecuarias hacen presión sobre el bosque latifoliado denso nativo y el bosque mixto provocando una fragmentación del mismo. Aunque existe un documento rector para el área protegida, los escasos recursos humanos para el control, la flexibilidad en la categoría de manejo ha permitido la práctica de la agricultura y la ganadería con la consecuente fragmentación del bosque.

El paisaje más dominante son los tacotales, que corresponde a áreas agrícolas y de pastizales abandonados dando lugar a la re- generación de especies nativas y la colonización de pioneras.

Determinar el cambio de uso del suelo en esta área de importancia nacional para la conservación de la biodiversidad y de recarga hídrica, de igual manera para la planificación, ordenamiento del territorio y ejecución de acciones de restauración de los ecosistemas fragmentados.

AGRADECIMIENTOS

A Fundación Autónoma Solidaria. Universidad Autónoma de Barcelona, al Proyecto Integral de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Agua y Saneamiento (MARENA-PIMCHAS) por su apoyo financiero. Este trabajo está integrado en el proyecto AECID "Desarrollo de un programa de capacitación científico técnica y creación de una estación experimental para el estudio del trópico seco" D/7592/07 y parcialmente económicamente subvencionado por el Programa Horticultura Ambiental del IRTA.

REFERENCIAS

- Aguayo, A., Pauchard, A., Azócar, G., Parra, O. 2009. Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX. Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. *Revista chilena de historia natural* 82: 361-374.
- Chuvieco, E., Riaño, D., Aguado, I., Cocero, D. 2002. Estimation of fuel moisture content *International Journal of Remote Sensing* 23: 2145- 2162.
- Chuvieco, E. 1996. *Fundamentos de Teledetección*. 3ª edición revisada. Ediciones RIALP, Madrid. España
- Correa, A. 2000. Evaluación de un paisaje fragmentado para la conservación y recuperación de biodiversidad. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

- Congalton, R. 1988. A comparison of sampling schemes used in generating error matrices for assessing the accuracy of maps generated from remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54: 593-600.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., Robledo, C. 2010. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Consultado el 10 de febrero 2013. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>.
- ERDAS, Inc. 1997. Field Guide. Fifth edition, revised and expanded. Atlanta, Georgia, USA.
- Esseen, P., Jansson, K., Nilsson, M. 2006. Forest edge quantification by line intersect sampling in aerial photographs. *Forest Ecology and Management* 230:32-42.
- FAO 1996. Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes. Number 130, Roma Italia.
- Henao, S. 1988. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Universidad de Santo Tomás, Centro de Enseñanza Desescolarizada, Ediciones Usta, Bogotá, Colombia. 398 p.
- INIDE 2005. VIII Censo de Población y IV de vivienda. Instituto Nacional de Información de Desarrollo. Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. Consultado: 04 Julio 2013. Disponible en <http://www.inide.gob.ni/cen-sos2005/CifrasMun/EsteliTPDF/Estel%C3%AD.pdf>.
- INAFOR 2008. Inventario Forestal de Nicaragua. Instituto Nacional Forestal, Managua, Nicaragua. 232 pp
- Krummel, J., Gardner, R., Sugihara, G., O'Neill, R., Coleman, P. 1987. Landscape patterns in a disturbed environment. *Oikos* 48:321-324.
- Laurence, W., Yensen, E. 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation* 55: 77-92.
- Lambin, E. 1997. Modelling deforestation processes: a review tropical ecosystem environment observations by satellites. *TREE Series B*, Research Report No. 1. European Commission Joint Research Centre— Institute for Remote Sensing Applications—European Space Agency, Luxembourg.
- López, R. 2002. Producción y conservación en equilibrio en el área protegida Miraflores Moropotente, Estelí, Nicaragua: sistematización de experiencias. 1ª. Colección: cuadernos de sistematización; No.2 pp. 118. ADESO “Las segovias”/PROARCA/CAPAS. Estelí, Nicaragua. ISB: 99924-836-3-6.
- Maass, J., Balbanera, P., Castillo, A., Daily, G.C., Mooney, H.A., Ehrlich, P., et al. 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and Society* 10(1): 17
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.
- McGarigal, K., Cushman, S., Neel, M., Ene, E. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, MA. USA.
- MARENA et al 2004. Plan De Manejo Del Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Managua Nicaragua. 273 pp. Disponible en: <http://www.sinia.net.ni/wamas/documentos/PM/Plan%20de%20Manejo%20Miraflores%20Moropotente.pdf>
- Mendoza, F. 2010. Análisis Multitemporal del Cambio de Uso del Suelo en base a Imágenes Satelitales de los territorios indígenas de Mayangna-Sauni As, MayangnaSauni Bas, Sikilta, Matung Bak / Sauni Arungka, SIPBAA, Layasiksa y el área afectada por el Huracán Félix en 2007 para el período de tiempo 2005 – 2007/08 en los Departamentos de Jinotega y la RAAN, Nicaragua. Managua, Nicaragua. Disponible en: <http://masrenace.wikispaces.com/file/view/Analisis+multitemporal+Cam bio+Uso+Suelo.pdf>

- Nicaragua 1999. Reglamentos de áreas protegidas de Nicaragua (RAPN). Decreto No. 14-99, aprobado el 15 de febrero de 1999. MARENA. La Gaceta - Diario oficial, n° 42, del 02 de marzo de 1999. pp. 984-993 y n° 43, del 03 de marzo de 1999, PP. 1008-1015. Disponible en: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/nic15789.pdf>
- Nicaragua 2010. Uso Potencial de la Tierra, compendio de mapas. 1a ed. Ministerio Agropecuario y Forestal, (MAGFOR). Managua, Nicaragua. 148 p. ISBN : 978-99924-992-1-4.
- Ojima, D., Galvin, K., Turner, B. 1994. The Global Impact of Land-use Change. *BioScience* 44 (5):300-304.
- PANIF 1999. Agricultura de Laderas, Áreas Protegidas y Agroturismo: Una Alternativa para aumentar los ingresos de los productores en una Zona con belleza escénica. Estelí, Nicaragua.
- Patton, D. 1975. A diversity index for quantifying habitat edge. *Wildlife Society Bulletin* 394: 171-173.
- Rau, J., Gantz, A. 2001. Fragmentación del bosque nativo del sur de Chile: efectos del área y la forma sobre la biodiversidad de aves. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 72: 109-119.
- Rau, J., Gantz, A., Torres, G. 2000. Estudio de la forma de fragmentos boscosos sobre la riqueza de especies de aves al interior y exterior de áreas silvestres protegidas. *Gestión Ambiental* 6: 33-40.
- Ravera, F. 2007. Degradación y gestión sostenible de los recursos: actores, conflictos y horizontes de diálogo. Una investigación participativa en un área protegida del trópico seco Nicaragüense. Tesis doctoral. Bellaterra, España. 135 pp.
- Skole, D., Chomentowski, W., Salas, W., Nobre A. 1994. Physical and Human Dimensions of Deforestation in Amazonia. *Bioscience* 44 (5):314-322.
- Stevens, W. 2001. Introducción de vegetación. En: W. Stevens, C. Ulloa, A. Pool, O. Montiel, O. (eds.). *Flora de Nicaragua*, pp. 1-23. *Mono-graphs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 85: i-xlii, 1-2666.
- Ticona, W. 2011. Estudio de cambio de uso de suelo y escenarios de cambio climático en los municipios de Somoto y Macuelizo. En: presentación en la 3a. Feria Mesoamericana de postgrados Mexicanos de calidad, 29-30 septiembre 2011, Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua. CONACYT y CONICYT. Disponible en: http://www.conacyt.gob.mx/Becas/feria/Documents/3a-Uso_suelo_municipios_Somoto_Macuelizo.pdf
- Usher, M.B. 1987. Effects of fragmentation on communities and populations: a review with applications to wildlife conservation. En: Saunders, D.A., G.W. Arnold, A.A. Burbidge, Hopkins, A.J.M. (eds). *Nature conservation: the role of remnants of native vegetation*, pp 103-121. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, Australia.
- Velázquez, A., Mas, J., Palacio, J., Díaz, R., Mayorga, C., Alcantara, R., Fernandez, T. 2007. Análisis de cambio de uso del suelo. Informe técnico convenio INE-Instituto de Geografía, UNAM., Ciudad de México DF, México.
- Williamson, M. 2006. Análisis multitemporal para la detección de cambios en el uso del suelo en tres municipios afectados por el huracán Juana. CISA-URACCAN. Costa Caribe. Nicaragua.

Evaluación del desarrollo y crecimiento de *Enterolobium cyclocarpum*, *Maclura tinctoria* en condiciones controladas, Estelí -Nicaragua

Mariela Lisbeth Hernández Olivas¹
Beneyda Leticia Montalván Calderón²
Ana María Flores Briones³
Josué Tomas Urrutia Rodríguez⁴
Kenny López Benavides⁵

RESUMEN

A pesar de la creciente importancia que tienen los árboles del trópico seco, para la conservación de la biodiversidad, se conoce poco sobre la dinámica de su comportamiento, tales como: su adaptación frente a diferentes cambios del clima. Con el objetivo de aportar al conocimiento de las dinámicas de su comportamiento frente a estos cambios y obtener información sobre las condiciones en las que pueden desarrollarse estas especies. Se evaluó en la Estación Experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”, el comportamiento en crecimiento y desarrollo de plántulas de las especies *Maclura tinctoria* y *Enterolobium cyclocarpum*; sometidas a diferentes dosis de agua y grados de temperatura, contribuyendo así a su recuperación y conservación. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, haciendo una adaptación de la investigación realizada por Díaz. E (2010).

Los datos obtenidos se analizaron utilizando la prueba de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis. Ninguno de los tratamientos de humedad aplicados en plántulas de *Maclura tinctoria* mostraron influencia significativa en diámetro al cuello de la raíz y altura, de igual forma ocurrió en altura de *E. cyclocarpum*, sin embargo en diámetro al cuello de la raíz mostraron diferencias significativas en el tratamiento de Cc más 50%. Las plántulas de ambas especies expuestas a temperatura ambiente (21.7 °C), mostraron diferencia significativa en diámetro al cuello de la raíz; y en altura presentaron diferencia las de *M. tinctoria* expuestas a 25.7 °C, y en *E. cyclocarpum* fueron las expuestas a 30 °C. Ambas especies se adaptan a cambios de temperatura y humedad, siendo recomendada en programas de reforestación.

Palabras claves: Crecimiento, desarrollo, *Maclura tinctoria*, *Enterolobium cyclocarpum*.

1 UNAN-Managua/FAREM-Estelí Correo Electrónico: marielalisbethhernandez@yahoo.es

2 UNAN-Managua/FAREM-Estelí Correo Electrónico: mbeneydaleticia@yahoo.com

3 UNAN-Managua/FAREM-Estelí Correo Electrónico: afloresbriones@yahoo.com

4 UNAN-Managua/FAREM-Estelí Correo Electrónico: josuerod20@yahoo.com

5 UNAN-Managua/FAREM-Estelí Correo Electrónico: kenny.lb@hotmail.com

Evaluation of the development and growth of *Enterolobium cyclocarpum*, *Maclura tinctoria* under controlled conditions, Estelí -Nicaragua

Mariela Lisbeth Hernández Olivas¹
Beneyda Leticia Montalván Calderón²
Ana María Flores Briones³
Josué Tomas Urrutia Rodríguez⁴
Kenny López Benavides⁵

ABSTRACT

Despite the growing importance of dry tropical trees for the conservation of biodiversity, little is known about the dynamics of its behavior, such as its adaptation to different climate changes. In order to contribute to the knowledge of the dynamics of its behavior to these changes and obtain information about the conditions under which these species can develop, it was evaluated at the Experimental Station for the study of the dry tropics “Limon” the behavior in growth and development of seedlings of the species *Maclura tinctoria* and *Enterolobium cyclocarpum*; subjected to different doses of water and degree heat, contributing therefore to its recovery and conservation. It was utilized a randomized complete block design, with an adaptation to the investigation conducted by Diaz. E (2010).

The data obtained were analyzed using the non-parametric test of Kruskal-Wallis variance. None of the moisture treatments applied to *Maclura tinctoria* seedlings showed significant influence on diameter at root collar and height, just as happened in height to *E. cyclocarpum*; however, in diameter at root collar it was shown significant differences in the Cc treatment, plus 50%. Seedlings of both species exposed to room temperature (21.7 ° C) showed significant difference in diameter at root collar; and in height *M. tinctoria* exposed to 25.7 ° C presented difference, and *E. cyclocarpum* that were exposed to 30 ° C. Both species are adaptable to changes in temperature and humidity, being recommended in reforestation programs.

Keywords: Growth, Development, *Maclura tinctoria*, *Enterolobium cyclocarpum*.

1 UNAN-Managua/FAREM-Estelí E-mail: marielalisbethhernandez@yahoo.es

2 UNAN-Managua/FAREM-Estelí E-mail: mbeneydaleticia@yahoo.com

3 UNAN-Managua/FAREM-Estelí E-mail: afloresbriones@yahoo.com

4 UNAN-Managua/FAREM-Estelí E-mail: josuerod20@yahoo.com

5 UNAN-Managua/FAREM-Estelí E-mail: kenny.lb@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo de las plantas está estrechamente relacionado al medio. La radiación solar es un factor que participa directamente en la fotosíntesis, al igual que el agua, mineral y temperatura. A su vez, todos estos factores afectan el crecimiento, el transporte de nutrientes, la respiración, la transpiración y los procesos que están involucrados en las producciones vegetales.

El estrés hídrico es una condición desarrollada cuando por pérdidas excesivas de agua o inadecuada absorción, se produce un balance hídrico negativo suficiente para reducir la turgencia, disminuir la elongación celular y alterar negativamente los procesos fisiológicos esenciales de las plantas. Además varían en función de la especie y con su grado de tolerancia, pero también en función de la magnitud de la falta de agua y de la rapidez con que se experimente la carencia de la misma. El grado de endurecimiento de una planta de vivero es un factor esencial a la hora de definir su aptitud para ser trasplantada al campo. Cuanto mayor sea ese grado de endurecimiento, mayor será la capacidad para soportar el estrés producido durante la plantación, el estrés postrasplante y las heladas. El proceso de endurecimiento viene controlado por factores ambientales como la temperatura y el fotoperiodo (Villa - salvador et al. 1999).

El presente estudio tiene como propósito evaluar el desarrollo y crecimiento de plántulas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Esto permitirá conocer las condiciones en que se puede desarrollarlas plántulas, y si existen variaciones en diámetro y altura al ser expuestas a estas condiciones, todo esto a fin de contribuir a su conservación,

El estudio dará pautas para el desarrollo de programas de investigación, reproducción y preservación de estas especies, ya que en la actualidad son pocos los estudios que se han realizado a pesar de la importancia que representan estas especies en los ecosistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

La Estación Experimental se encuentra ubicada dentro de la zona de amortiguamiento de Área Protegida El Tisey – La Estanzuela, La Estación se encuentra a 1.5km al suroeste de la ciudad de Estelí. Este sector pertenece según Holdrich, al Bosque seco Tropical, con temperaturas promedio de 24-26 ° C, comprendidas entre los meses de mayo y octubre, con un periodo canicular de julio a agosto, una precipitación media anual que oscila entre 800-900 mm, su ubicación geográfica se encuentra entre las coordenadas UTM 0568720 y 1443707 y una altura de 800 y 884 msnm (Zeledón, 2004).

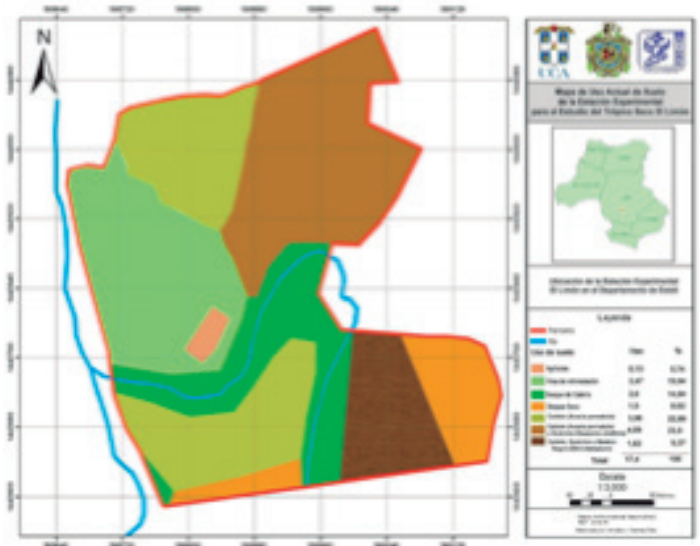


Figura 1: Estación Experimental "El Limón".

Para la evaluación del comportamiento en crecimiento y desarrollo de plántulas en condiciones controladas de temperatura y humedad, se recolectaron semillas de las dos especies. Posteriormente se realizó una prueba de germinación con el objetivo de comprobar la viabilidad de la semilla y de esta manera garantizar el porcentaje de germinación. Para la estimulación de la germinación se aplicaron tratamientos pregerminativos diferenciados para cada especie a fin de acelerar el proceso de germinación; tomando en cuenta las características de las semillas, que van desde la escarificación mecánica de la testa (*E. cyclocarpum*), hasta hidratación en agua fresca durante 24 horas (*M. tinctoria*).

Posteriormente se procedió al establecimiento del experimento en el invernadero. Se llenaron un total de 630 bolsas de polietileno de tres libras cada una, utilizando para el llenado sustrato compuesto de: 75% de tierra y 25 % de arena, desinfectado con agua hirviendo (100 °C Punto de Ebullición) para evitar problemas fitosanitarios. Las semillas se sembraron directamente, colocando tres por cada una de las bolsas. Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) (Piura, L. J. 1998). El cual permite distribuir los controles y los tratamientos experimentales estratificadamente. El diseño utilizado para los experimentos de temperatura y humedad es una adaptación de la investigación realizada por Díaz E. (2010), adaptado de acuerdo a los tratamientos.

Tratamiento de temperatura aplicados en plántulas de *Maclura tinctoria* y *Enterolobium cyclocarpum*.

Para la realización de este experimento se contó con el registro de datos meteorológicos de la Estación experimental “El Limón”, indicando que para los meses de noviembre 2012 a febrero 2013 la temperatura promedio fue de 21.7 °C, temperatura utilizada como referencia para los tratamientos dentro del invernadero. Se realizó un experimento previo en invernadero tomando datos de temperaturas cada tres días, en tres lapsos de tiempo, durante un mes; obteniendo un

promedio de temperatura dentro del invernadero de 25°C. Posteriormente se realizó otro preexperimento para comprobar si el número de capas de plástico a colocar aumentaría o disminuiría la temperatura con respecto a la registrada en invernadero; realizándose durante cinco días consecutivos. A partir de los resultados obtenidos se definieron los siguientes tratamientos temperatura:

Testigo o control: Fuera del invernadero condiciones naturales (21.7 °C).

Tratamiento 1: Invernadero (25 °C).

Tratamiento 2: Invernadero más una capa de sombra (27.5°C).

Tratamiento 3: Invernadero más dos capas de sombra (30°C).

Se utilizó una población de 360 plántulas para las dos especies (180 plántulas por cada especie).

Se establecieron tres repeticiones (conformados por 15 plántulas) por cada uno de los tratamientos de temperatura, con un total de 45 plántulas por cada tratamiento; además se utilizó un testigo referente fuera del invernadero con 45 plántulas por especie. Las plántulas de este tratamiento estuvieron sometidas a riego a dosis de capacidad de campo.

Tratamientos de humedad aplicados en plántulas de *Maclura tinctoria* y *Enterolobium cyclocarpum*

Se procedió a la determinación de la capacidad de campo de 8 bolsas (Cada bolsa contiene 300 gr de muestra) saturando el sustrato y dejando escurrir el excedente de agua por 24 horas, transcurrido este tiempo se pesaron para obtener el peso fresco, posteriormente se llevaron al horno a una temperatura de 100°C durante 24 horas, obteniendo el peso seco. A partir de la diferencia del peso promedio entre ambos se determinaron las dosificaciones de agua para las plántulas de acuerdo al tratamiento, estableciendo el riego cada 4 días (Porta *et al* 1999).

T1 Ó Testigo: Capacidad de campo = 576ml
T2: Capacidad de campo menos 50 % = 288ml
T3: Capacidad de campo más 50 % = 864 ml

Para este tratamiento de humedad se utilizó una población de 270 plántulas para las dos especies (135 plántulas por cada especie).

Por cada tratamiento se establecieron tres repeticiones conformadas por 15 plántulas cada una, para un total de 45 plántulas por cada tratamiento. La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo cada cuatro días (Boby Moncada. *et. al.* 2005).

Para el registro de las mediciones realizadas se le asignó a cada plántula un código según el tratamiento utilizado. Se realizaron medidas de altura con el uso de regla (cm), y diámetro al cuello de la raíz con el uso del pie de rey ó Vernier (cm/mm), las mediciones se iniciaron a partir de la emergencia de hojas verdaderas de las plántulas. La toma de datos se llevó a cabo cada 15 días durante un periodo de tres meses (Diciembre 2012 a Febrero 2013).

Análisis estadístico

Se determinó la normalidad de los datos, utilizando la prueba estadística de Kolmogorov - smirnov (K-S) para muestras independientes. Posteriormente se realizaron pruebas de normalización de datos, a través de logaritmos naturales, raíz cuadrada y arco seno de la raíz cuadrada. Después se aplicaron Análisis de Varianza no Paramétricos de Kruskal Wallis.

Para el análisis de datos se utilizaron los software: Excel versión 2013, SPSS versión 20 e InfoStat versión 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo y crecimiento de plántulas bajo condiciones controladas de humedad y temperatura en invernadero.

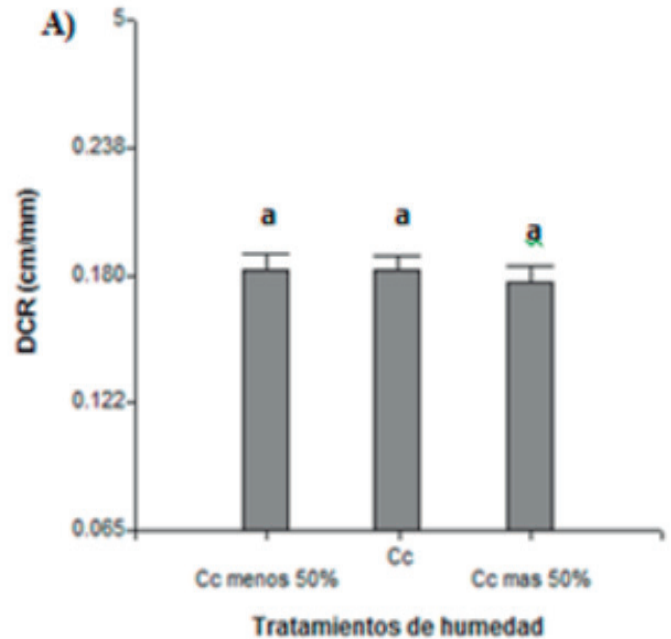


Figura A: Diferencias del diámetro al cuello de la raíz al aplicar tratamientos de humedad en plántulas de *Maclura tinctoria*

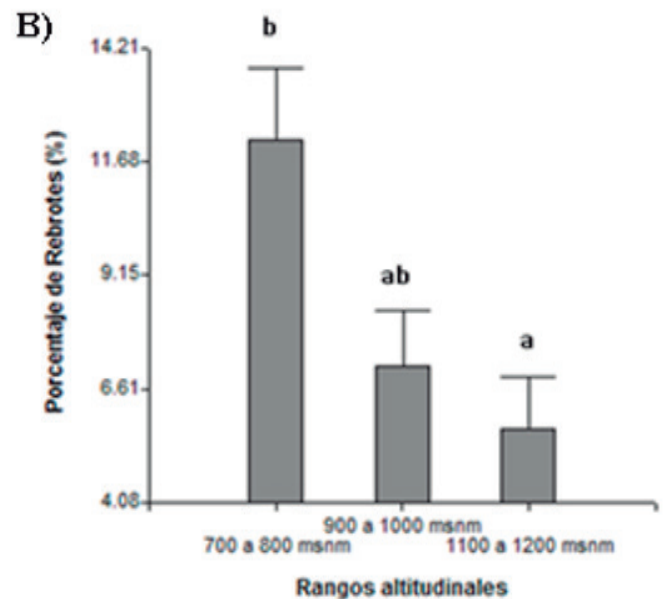


Figura A: Diferencias del diámetro al cuello de la raíz al aplicar tratamientos de humedad en plántulas de *Maclura tinctoria*

Figura 1. Características fenológicas de la especie *Maclura tinctoria*: porcentaje de hojas (A) y rebrotes (B), a tres rangos altitudinales.

Maclura tinctoria es una especie semi-decídua es decir que deja caer un alto porcentaje de sus hojas durante la temporada seca lo cual coincide con la producción de flores, convirtiéndose así en un indicador del inicio de esta fenofase. Según Scott (1966) una gran mayoría de los árboles que habitan estas regiones con períodos de sequía prolongados están, en una u otra forma, adaptados a estas condiciones ambientales.

Es preciso destacar que la aparición de rebrotes y presencia de hojas durante los meses estudiados (abril a octubre) permaneció de manera irregular entre los individuos por rango altitudinal; ya que el brote de hojas inicia de manera casi simultánea con la caída, por lo que no se alcanzan a observar durante mucho tiempo al individuo sin follaje y la mayor producción de hojas nuevas se registra durante la temporada de lluvias, esto es, una vez que finaliza la cosecha de los frutos y continúa durante buena parte del año.

Sin embargo autores como Borchet (1994), asignan el papel más importante en el control de la duración de la fase de aparición de rebrotes y presencia de hojas a la interacción entre la edad de estas hojas y el inicio de la estación seca.

Scott (1966) reporta que la fenología de los árboles tropicales puede responder también a señales ambientales. Sin embargo autores como Reich y Borchert (1984), señalan que algunos de estos comportamientos son facultativos debido a que individuos de la misma especie que crecen en sitios diferentes o en el mismo sitio pueden desplegar marcadas diferencias fenológicas entre sí.

Porcentaje de flores y frutos

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.3260$, ns), en el porcentaje de flores; los individuos de la especie *Maclura tinctoria* encontrados en los tres rangos altitudinales de 700 a 800 msnm, 900 a 1000 msnm y 1100 a 1200 msnm, no presentaron variaciones en la característica fenológica (Ver figura, C).

Sin embargo en la característica de fructificación si mostraron diferencia significativa ($P < 0.0497$); indicando que los individuos del rango altitudinal de 700 a 800 msnm presentan un mayor porcentaje de frutos, con respecto a los demás rangos (Ver figura, D).

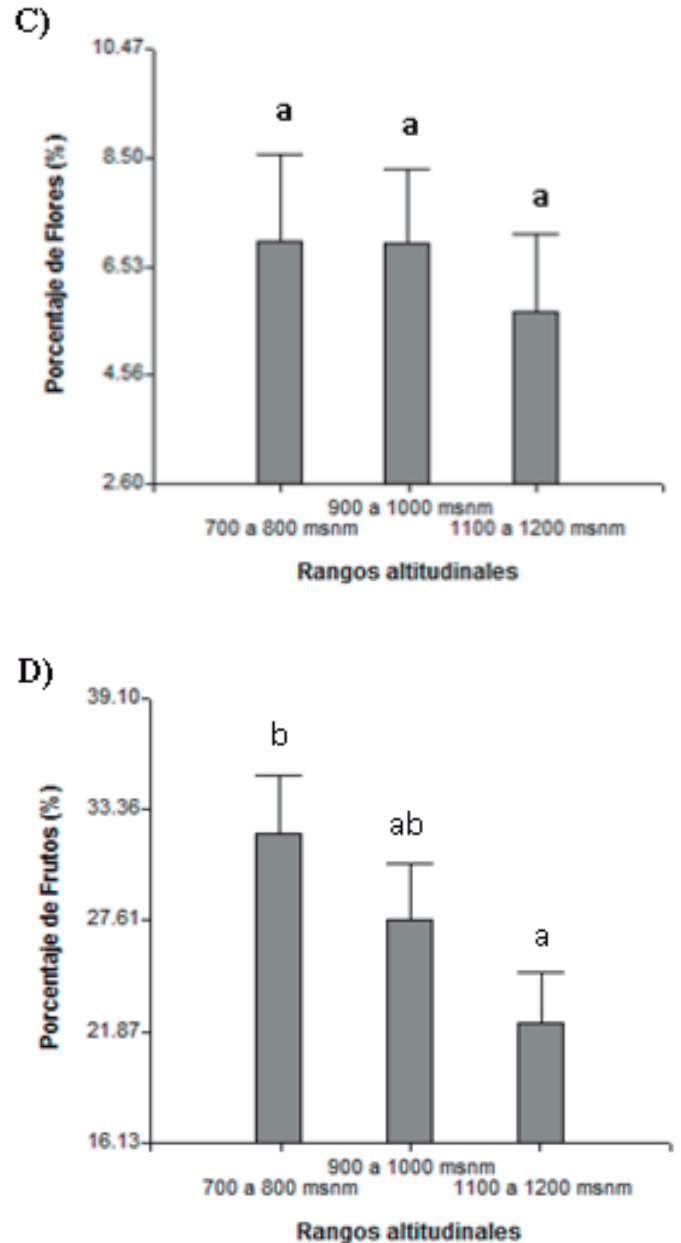


Figura 2. Características fenológicas de la especie *Maclura tinctoria*: porcentaje de flores (C) y frutos (D) en tres rangos altitudinales.

Los resultados obtenidos reflejan que los individuos de *Maclura tinctoria* a diferentes rangos altitudinales muestran comportamiento fenológico diferentes; observándose que la parte baja es la que presenta mayores porcentajes en las etapas de fructificación, hojas y rebrotes con respecto a la zona media y alta.

A Scott (1966) le parece un tanto paradójico que, la mayor floración se encuentre concentrada en la época seca, que lógicamente debe ser la más crítica para las plantas. Esta observación de Scott es muy atinada; sin embargo, hay algunos hechos que parecen sugerir que la concentración de floración en esta época es más bien el resultado de un largo proceso de adaptación, parte de la misma dinámica de estas formaciones. Estos resultados están relacionados al éxito reproductivo y es posible que esta especie pueda producir más frutos en las zonas bajas que en las altas, porque los individuos que se encuentran ahí responden mejor a las condiciones bióticas y abióticas del ambiente.

Según lo que expresa Gómez (2010), el análisis de los períodos de ocurrencia de las etapas fenológicas de las especies en las zonas bajas exhibe una mayor estacionalidad que las especies de las zonas altas esto corrobora lo observado en el estudio; esto no quiere decir que se esté produciendo una mejor adaptación a menores alturas, ya que la especie es propia de un hábitat de alturas a nivel del mar y los 1,200 msnm (Zamora, N.1999).

Algunos estudios realizados de fenología de las especies, encontraron que de manera general, la identificación de los patrones de fructificación se torna difícil en algunas especies, ya sea porque los frutos de la misma cosecha permanecen en el árbol por largo tiempo; o por el contrario, desaparecen rápidamente de la copa del árbol porque son muy apetecibles para la fauna silvestre, o porque son abortados, por lo que existe variación en la producción de frutos en los diferentes individuos de la misma especie, y que ésta depende de la intensidad y la duración de la estación seca y de las formas de vida (Foster, 1990).

De igual forma se considera lo expresado por Mejía (1990), quien indicó que la altitud, influye en la fenología de las plantas, nuestros resultados confirman lo expresado por Mejía, porque se corroboró que los individuos de la especie *Maclura tinctoria* al encontrarse en diferentes altitudes presentan variación en sus etapas fenológicas. Por su lado Borchert (1996), analizó las diferencias fenológicas de 18 especies tropicales mediante el uso de colecciones de herbario, y encontró que el ámbito de la variación geográfica tiene un rol importante en el comportamiento de las especies y destacó que las diferencias en la duración y la intensidad de la época seca afectan mucho la sincronía de la floración, y por ende la de la fructificación.

Comportamiento fenológico de la especie arbórea Enterolobium cyclocarpum Jacq en tres rangos altitudinales

Porcentaje de hojas y rebrotes

Existe diferencia significativa en el porcentaje de hojas en los individuos de *Enterolobium cyclocarpum*, ya que el valor de significación es de $P < 0.0011$; el rango de 900 a 1000 msnm presenta el mayor porcentaje de la característica respecto al rango de 700 a 800 msnm que presentó los valores más bajos; en cambio el rango de 1100 a 1200 msnm presenta características similares de los demás rangos (Ver figura, E). En la etapa de rebrotes también se presentó diferencia significativa ($P < 0.0002$); los rangos de 900 a 1000 msnm y 1100 a 1200 msnm presentan los mejores porcentajes de rebrotes, respecto al de 700 a 800 msnm que alcanzó los valores más bajos (Ver figura, F).

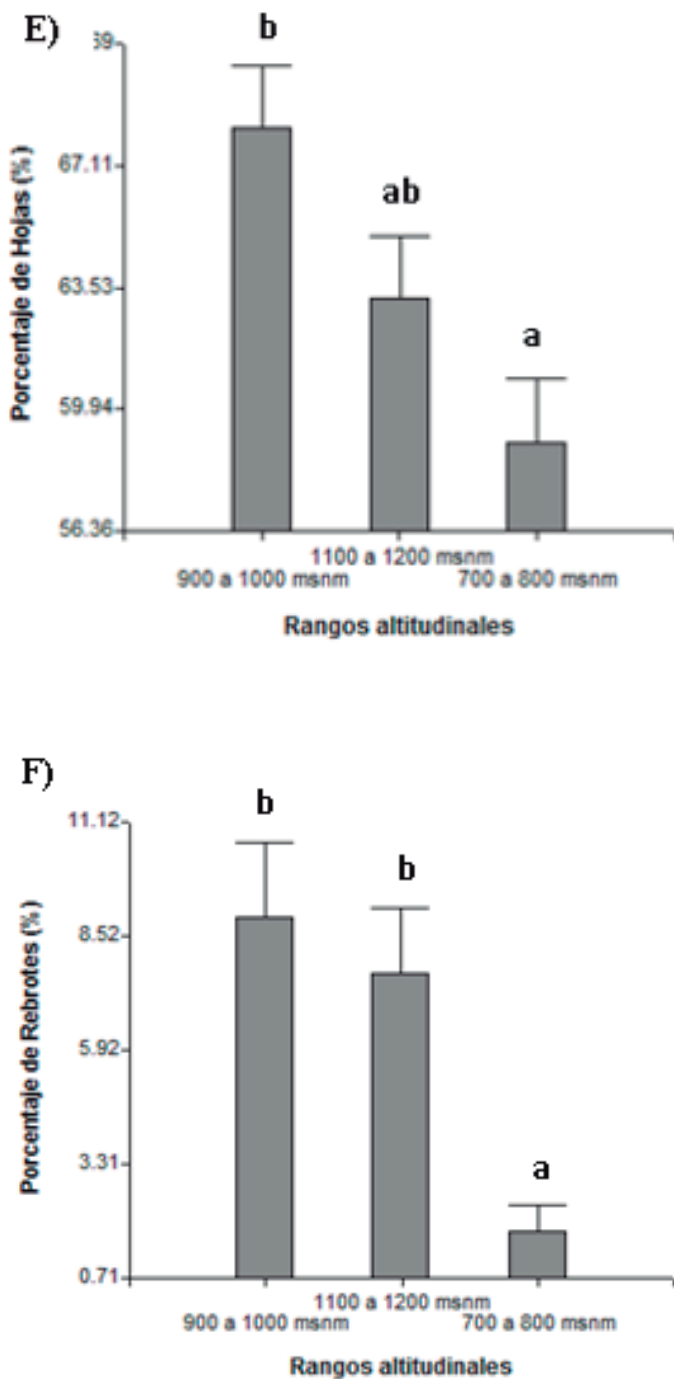


Figura 3. Características fenológicas de la especie *Enterolobium cyclocarpum*: porcentaje de hojas (E) y rebrotos (F) en tres rangos altitudinales.

El Guanacaste coloniza una gran variedad de hábitat, a pesar de que es común a elevaciones bajas se le puede encontrar creciendo de manera natural hasta los 900 msnm y se le ha plantado a elevaciones de 1100 msnm. Es un árbol semi-caducifolio, es decir que no pierde las hojas en su totalidad. Su defoliación está altamente asociada con la floración y la formación de los frutos, eventos que a su vez se presentan en los meses más secos del año.

Es una especie que presenta patrón fenológico de copa, por lo que tiene la sorprendente capacidad de producir y expandir el follaje antes de la caída de las primeras lluvias, denominándose especie de brotación temprana (Frankie et al. 1974), comportamiento ya expresado por Richards (1996), quienes comentan que una gran proporción de árboles de bosques tropicales nunca están desnudos de hojas y que la caída de hojas viejas es rápidamente seguida por la aparición de hojas jóvenes. Caso que sucede en la especie *Enterolobium cyclocarpum* que la caída de hojas viejas es acompañada por hojas nuevas o rebrotos.

La brotación de las hojas en esta especie es acompañada por la apertura de las flores y la formación temprana de frutos, los cuales luego interrumpen su desarrollo durante la estación lluviosa (Rojas et al. 2007). Existen algunas hipótesis que señalan los cambios en el contenido de humedad del suelo (Reich & Borchert 1984), el fotoperiodo (Bullock 1990), la temperatura (Gómez & Fournier 1996) y ritmos endógenos (Fournier & Fournier 1986), como posibles activadores de la brotación temprana y a las reservas internas de agua como las fuentes que soportan la brotación del follaje (Borchert 1994b).

Autores como Orozco (1992) señalan que muchas especies pueden tener comportamientos distintos en diferentes sitios, caso que se presentó en las etapas de hojas y rebrotes presentando diferencia significativa principalmente en el rango altitudinal de 900 a 1000 msnm, respecto a los demás rangos.

Porcentaje de flores y frutos

No existen diferencias significativas en el porcentaje de flores y frutos, los individuos de la especie *Enterolobium cyclocarpum*, ya que el valor de significación es ($P > 0.05$), no se presentó variación alguna en la característica en ninguno de los rangos (Ver figura, G, H).

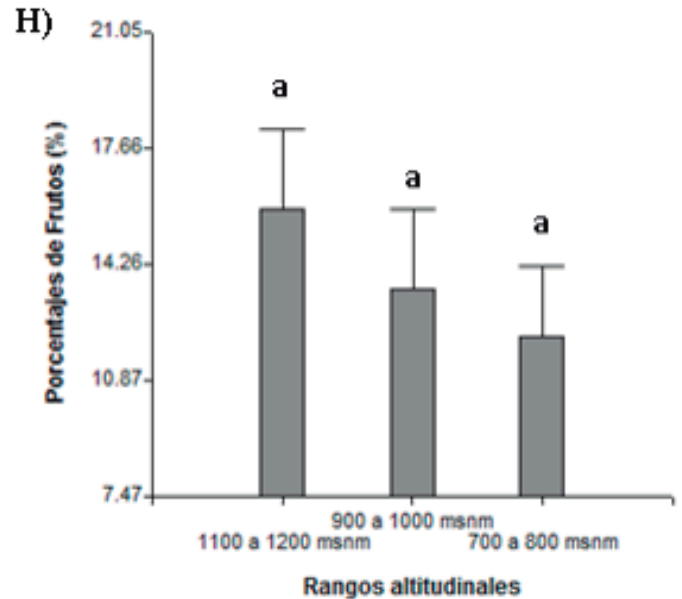
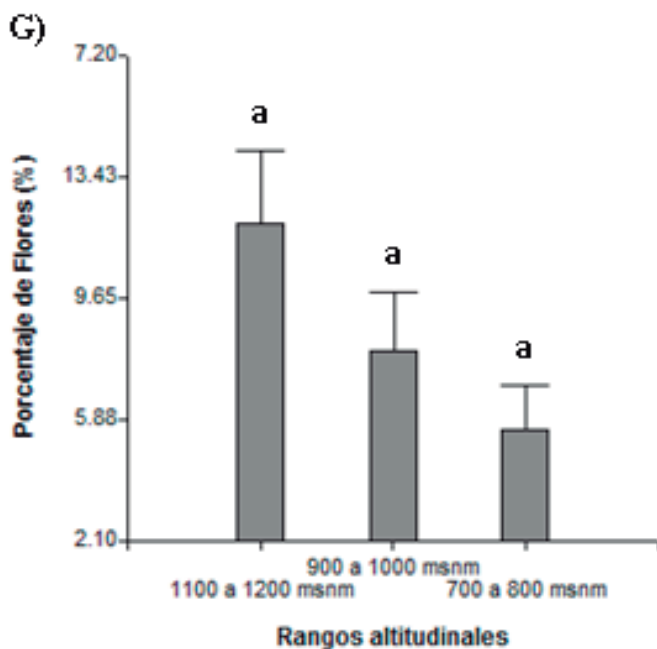


Figura 4: Características fenológicas de la especie arbórea *Enterolobium cyclocarpum*: porcentaje de flores (G) y frutos (H), en tres rangos altitudinales.

Según Blaser y Camacho (1991), la ausencia de diferencias significativas entre sitios en la mayoría de las especies demuestra que estas tienen comportamientos fenológicos similares en un área determinada. Esto se puede relacionar con lo encontrado en las etapas de floración y fructificación de los individuos de la especie *Enterolobium cyclocarpum* que en los tres rangos altitudinales no presentaron diferencia significativa alguna.

Asimismo, Aide (1988) considera que las especies al desarrollar la floración y la fructificación pierden algo de su follaje, por lo tanto, la caída del follaje favorece la floración, caso contrario al que sucede con las especie *Maclura tinctoria* y *Enterolobium cyclocarpum* que mantiene su follaje al mismo tiempo que florecen y fructifican. Por otro Pires-O'Brien (1995), destaca que la falta de lluvia, podría el principal factor responsable de que los árboles florezcan en períodos secos, evitando la pérdida masiva de flores.

La floración y fructificación son características relevantes, que determina el rendimiento reproductivo de las especies, ya que puede poner restricciones en el uso de los recursos estacionales, tales como luz, agua y polinizadores por parte de las plantas (Marco et al., 2000). La mayoría de las especies de los bosques tropicales presentan variación estacional en la aparición de nuevas hojas, flores y frutos; este patrón sugiere que los cambios fenológicos representan adaptaciones a factores bióticos y/o abióticos, siendo el clima el factor principal (Van Schaik et al., 1993).

Borchert (1980) descarta los factores climáticos como determinantes primordiales de la floración de las especies arbóreas en los trópicos y considera que los patrones fenológicos son determinados, principalmente, por procesos periódicos endógenos y en forma secundaria como adaptación a cambios ambientales.

Las diferencias encontradas en el comportamiento fenológico y en la productividad de la especie respecto a otros estudios (Vélez, 1992) puede deberse a metodologías diversas, ya que la duración de tales estudios (menos de 3 años) pudo no permitir la clara identificación del ciclo reproductivo. De acuerdo con Newstrom et al. (1994), como muchas especies presentan ciclos fenológicos multianuales, se requieren períodos de observación prolongados, por lo menos 5 años, para describir completamente estos patrones.

CONCLUSIONES

Los individuos de la especie *Maclura tinctoria* mostraron diferencias significativas en el porcentaje de hojas, rebrotes y frutos; en la zona baja (700 a 800 msnm, respecto a las demás zonas; a diferencia de las flores. En cambio en *Enterolobium cyclocarpum* mostraron diferencia significativa los individuos de la zona media (900 a 1000) en el porcentaje de hojas y rebrotes; las etapas de floración y fructificación, no mostraron diferencia significativa alguna.

BIBLIOGRAFÍA

- Aide, T.M. (1988). Herbivory as a selective agent on the timing of leaf production in a tropical understory community. *Nature*. Vol. 336; p. 574-575.
- Betancourt, A. (1987). *Silvicultura especial de árboles maderables tropicales*. Cuba. Científico Técnica. p. 342-356.
- Borchert, R (1980). Phenology and ecophysiology of tropical trees: *erythrina poeppigiana* O.F. Cook. *Ecology* 61: 1065- 1074.
- Borchert, R. (1994) b. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75(5):1437-1449.
- Borchert R (1996). Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. *J. Trop. Ecol.* Vol. 12; p. 65–80.
- Blaser, J. & M. Camacho. (1991). Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de roble (*Quercus* spp.) del piso montano en Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 68p.
- Bullock, S; Solís-Magallanes, A. (1990). Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. *Biotrópica* 22(1):22-35.
- Chuine, I., and E. Beaubien. (2001). Phenology is a major determinant of temperate tree range. *Ecology Letters* 4:500–510.

- Frankie, G; Beker, H; Opler, P.1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*. 62:881-919 Forest Service. 1943. The forests of Costa Rica. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 48 p.
- Foster R. (1990). Long-term change in the successional forest community of the Rio Manu Floodplain. In: A.H. Gentry ed. Four Neotropical rainforests. Yale Univ. Press, New Haven, CT.: 565-572.
- Fournier, L. y C. Charpentier. (1975). El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba* 25: 45-48.
- Fournier, L; Fournier, M. (1986). Fenología y ecofisiología de *Gliricidia sepium* “Madero Negro” en Ciudad Colón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 34(2):283-288.
- Gómez, P; Fournier, L. (1996). Fenología y ecofisiología de dos poblaciones de *Tabebuia rosea* (“Roble de Sabana”) en Costa Rica (Bignoniaceae). *Rev. Biol. Trop.* 44(1):61-70.
- Gómez R. Martha Ligia (2010). Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación. Volumen I /, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA. Medellín: CORANTIOQUIA, 228 p. ISBN: 978-958-99363-3-7.
- Marco, D.E., A.A. Calviño and Sergio Páez. (2000). Patterns of Flowering and Fruiting in Populations of *Larrea divaricata* in Dry Chaco (Argentina). *Journal of Arid Environments* 44:327-346.
- Mejía, M.G. (1990). Fenología: Fundamentos y métodos. En. Seminario Taller en Semillas Forestales Tropicales. (2º Bogotá, Colombia). Memoria. Ed. T. Triviño. Bogotá, CO. p. 65-79.
- Newstrom, L.E., Frankie, G.W. y Baker, H.G. (1994). A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2): 141-159.
- Orozco, L. (1992). Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 33 p.
- Pires-O’Brien, M.J.; O’Brien, C.M. (1995). Aspectos evolutivos da fenología reprodutivadas árvores tropicais. Belém: FCAP, 25 p.
- Preuhsler, T., A. Bastrup-Birk & E. Beuker. (2006). Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests Part IX Phenological Observations. United Nations Economic Commission for Europe Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. Consultada el 22 de agosto del 2006, (<http://www.metla.fi/eu/icp/phenology/manual>).
- Reich, P.B, Borchert, R (1984). Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.
- Richards, P. W. (1996). The tropical rain forest. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. 575 pp.
- Rojas-Jiménez, K; Hoolbrok, NM; Gutiérrez, M. (2007). Dry-season leaf flushing of *Enterolobium cyclocarpum* (ear-pod tree): above and belowground phenology and water relations. *Tree Physiology* 27:1561-1568.
- Scott, N. (1966). Ecologically important aspects of the climates of Costa Rica, Organization for Tropical Studies, Costa Rica, 26 pp. (mimeografiado).
- Van Schaik, C; Terborgh, J. W. y Wright, S. J. (1993). The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequence for primary consumers. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 24: 353-377.
- Vélez, G. (1992). Estudio fenológico de diecinueve frutales silvestres utilizados por las comunidades indígenas de la región de Araracuara – Amazonía colombiana. *Colombia Amazónica*, 6: 135-186.

Zamora, N.; González J. & Poveda, L. J. en prep. (1999). Árboles y Arbustos del Bosque Seco de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.

Zeledón Alba Marina (2002). Estructura del bosque tropical seco y sus usos, en las comunidades de El Limón, el Dorado y el Coyolito – Estelí, Estelí marzo 2004. Universidad Autónoma de Barcelona (UAB - FAREM).

Comportamiento Fenológico en tres rangos altitudinales de las especies *Enterolobium cyclocarpum*, *Maclura tinctoria*. Esteli, Nicaragua

Mariela Lisbeth Hernández Olivas¹
Beneyda Leticia Montalván Calderón²
Ana María Flores Briones³
Josué Tomas Urrutia Rodríguez⁴
Kenny López Benavides⁵

RESUMEN

El deterioro que presentan las áreas boscosas tropicales de Nicaragua como consecuencia de acciones antrópicas, ha traído como resultado la fragmentación y reducción de bosques. Actualmente los estudios fenológicos han tomado gran importancia, enfatizándose principalmente en procesos biológicos de supervivencia y éxito reproductivo de las especies, a fin de mejorar la distribución futura y adaptación a los cambios del clima; ya que se han observado variaciones en sus etapas fenológicas.

El estudio consistió en evaluar el comportamiento fenológico en tres rangos altitudinales de las especies arbóreas *Enterolobium cyclocarpum*, *Maclura tinctoria* del bosque tropical seco del Norte de Esteli – Nicaragua, con el propósito de obtener información sobre la fenología de estas especies, para contribuir a su recuperación y conservación. Se evaluó el comportamiento fenológico en tres rangos altitudinales: parte baja, parte media y parte alta. La observación de las características fenológicas se basó en la metodología de Fournier (1974). Los datos obtenidos se analizaron utilizando la prueba de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los individuos de la especie *M. tinctoria* mostraron diferencia significativa en el porcentaje de hojas, rebrotes y frutos en el rango altitudinal de 700 a 800 msnm; y *E. cyclocarpum* fue solamente en hojas y rebrotes en el rango altitudinal de 900 a 1000 msnm. La especie *Enterolobium cyclocarpum* es la que mejor se adapta a diferentes alturas, comportándose de manera similar, recomendada para utilizarla en programas de reforestación.

Palabras claves: Fenología, rangos altitudinales, *Maclura tinctoria*, *Enterolobium cyclocarpum*.

1 UNAN-Managua/FAREM-Esteli. Correo electrónico: marielalisbethhernandez@yahoo.es

2 UNAN-Managua/FAREM-Esteli. Correo electrónico: mbeneydaleticia@yahoo.com

3 UNAN-Managua/FAREM-Esteli. Correo electrónico: afloresbriones@yahoo.com

4 UNAN-Managua/FAREM-Esteli. Correo electrónico: josuerod20@yahoo.com

5 UNAN-Managua/FAREM-Esteli. Correo electrónico: kenny.lb@hotmail.com

Phenological behavior in three altitudinal ranges of species; *Enterolobium cyclocarpum*, *Maclura tinctoria*. Esteli, Nicaragua

Mariela Lisbeth Hernández Olivas¹
Beneyda Leticia Montalván Calderón²
Ana María Flores Briones³
Josué Tomas Urrutia Rodríguez⁴
Kenny López Benavides⁵

RESUMEN

Deterioration presented by tropical forest areas of Nicaragua, as a result of human actions, has resulted in the fragmentation and reduction of forests. Currently phenological studies have taken great importance, emphasizing mainly on biological processes of survival and reproductive success of the species, in order to improve the future distribution and adaptation to climate change; since variations on phenological stages have been observed.

The study consisted of evaluating the phenological behavior in three altitudinal ranges of tree species *Enterolobium cyclocarpum*, *Maclura tinctoria* in the dry tropical forest of northern Esteli - Nicaragua, as to obtain information on the phenology of these species to contribute to the recovery and conservation of such. Phenological behavior was evaluated in three altitude ranges: lower, middle and upper. The observation of phenological characteristics was based on the methodology of Fournier (1974). The data obtained were analyzed using non-parametric test of Kruskal-Wallis variance. Individuals of the species *M. tinctoria* showed significant difference in the percentage of leaves, sprouts and fruits in the altitudinal range of 700-800 m; and *E. cyclocarpum* were only in leaves and sprouts in the altitudinal range of 900-1000 m. The specie *Enterolobium cyclocarpum* is the best suited at different heights, behaving consistently, and it is recommended for use in reforestation programs.

Keywords: Phenology, altitudinal ranges, *Maclura tinctoria*, *Enterolobium cyclocarpum*

1 UNAN-Managua/FAREM-Esteli. E-mail: marielalibethhernandez@yahoo.es

2 UNAN-Managua/FAREM-Esteli. E-mail: mbeneydaleticia@yahoo.com

3 UNAN-Managua/FAREM-Esteli. E-mail: afloresbriones@yahoo.com

4 UNAN-Managua/FAREM-Esteli. E-mail: josuerod20@yahoo.com

5 UNAN-Managua/FAREM-Esteli. E-mail: kenny.lb@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas que se ha visto más afectado convirtiéndose en uno de los más amenazados por la sobreexplotación que se ha venido dando en plantaciones naturales en la mayoría de regiones del planeta y especialmente en Nicaragua, estimándose que queda menos del 1,5% de lo que originalmente existía (Betancourt, A. 1987).

El estudio tiene como propósito evaluar el comportamiento fenológico de especies propias del Bosque Tropical Seco (*E. cyclocarpum* J y *M. tinctoria* L) a tres rangos altitudinales. Esto nos permitirá comprobar si individuos de una misma especie al encontrarse a tres alturas diferentes presentan variaciones en sus etapas fenológicas de: floración, fructificación, hojas y rebrotes. Además se tendrá información sobre la fenología de estas especies arbóreas, contribuyendo de esta manera a su conservación.

El conocimiento y la comprensión de los patrones fenológicos de especies arbóreas en ecosistemas naturales es de interés básico no solo en estudios de biodiversidad, productividad y organización de las comunidades y de las interacciones de las plantas con la fauna, sino también en programas de conservación de recursos genéticos, manejo forestal y viveros forestales (Huxley, 1983).

Actualmente los estudios fenológicos han tomado una mayor importancia debido al proceso de calentamiento global (Chuine y Beaubien, 2001). Es por ello que se vuelve importante la iniciativa de su conservación llevando a cabo programas de investigación y reproducción de las mismas, ya que en la actualidad estos estudios son escasos para la región del trópico seco y poco se sabe de la fenología de las especies de árboles en la región, a pesar de la importancia que representan dichas especies en los ecosistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Bosque Tropical Seco del Municipio de Estelí, abarcando los sectores de: a) La Campana y El Coyolito, que pertenecen al Paisaje Terrestre Protegido Miraflores – Moropotente, con alturas que oscilan entre 500 a 1200 msnm, temperaturas entre 20 y 24 °C, precipitaciones de 800 a 1200 mm/año, pendientes entre 4% y 30 %, vegetación boscosa caducifolia o subperennifolia, de bosque primario intervenido y bosque secundario. b) La comunidad el Limón perteneciente a la zona de amortiguamiento de la Reserva Natural Tisey - Estanzuela, con alturas que oscilan entre 800 a 910 msnm y temperaturas promedio de 24 a 26 °C, la topografía es ondulada, los suelos de textura franco arcillosa, sus bosques son de galería (Zeledón, 2002).

Se evaluó el comportamiento fenológico de las especies (*E. cyclocarpum* J y *M. tinctoria* L) in situ a diferentes rangos altitudinales: zona baja, 700 a 800 msnm (El Limón), zona media, 900 a 1000 msnm (El Coyolito), y zona alta de 1,100 a 1,200 msnm (La Campana). Para la observación fenológica se seleccionaron por orden de aparición en el bosque (Fournier & Charpentier 1975). 10 árboles por cada una de las especies con características morfológicas similares (Jiménez et al, 1996), y por rango altitudinal. Las etapas fenológicas observadas fueron : porcentajes de hojas, rebrotes, flores, y frutos, basándose en la metodología de Fournier (1974), que consiste en la aplicación de la siguiente escala: de 0 a 4; donde 0 es ausencia de la etapa fenológica, 1 corresponde de 1 a 25%, 2: de 26 a 50%, 3: de 51 a 75% y 4: de 76 a 100% de presencia de la característica, la cual facilito la evaluación cuantitativa de las diferentes características fenológicas de cada individuo. Las observaciones se realizaron quincenalmente, durante un periodo de ocho meses (Abril 2012 a Octubre 2012).

Para la observación de las características fenológicas se dividió la copa del árbol en cuatro cuadrantes, tomando los datos por separados, para sumar y promediar al final el porcentaje de: Flores, frutos, hojas y rebrotes producidos por cada árbol seleccionado. Para realizar esta actividad fue necesario el trabajo de un observador, con el objetivo de que los datos no variaran por influencia de varios observadores, haciendo uso de los binoculares.

Análisis estadístico

Se determinó la normalidad de los datos, utilizando la prueba estadística de Kolmogorov - smirnov (K-S) para muestras independientes. Posteriormente se realizaron pruebas de normalización de datos, a través de logaritmos naturales, raíz cuadrada y arco seno de la raíz cuadrada. Después se aplicaron Análisis de Varianza no Paramétricos de Kruskal Wallis.

Para el análisis de datos se utilizaron los software: Excel versión 2013, SPSS versión 20 e InfoStat versión 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento fenológico en su ambiente natural de la especie arbórea Maclura tinctoria en tres rangos altitudinales

Porcentaje de hojas y rebrotes

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.0282$), en el porcentaje de hojas de los individuos de *Maclura tinctoria* del rango altitudinal de 700 a 800 msnm con respecto al rango de 1100 a 1200 msnm y el rango de 900 a 1000 msnm que presenta características similares a los mencionadas anteriormente (Ver figura, A). De igual forma ocurrió en el porcentaje de rebrotes presentando diferencias significativas, siendo el valor de significación $P < 0.0015$. (Ver figura, B).

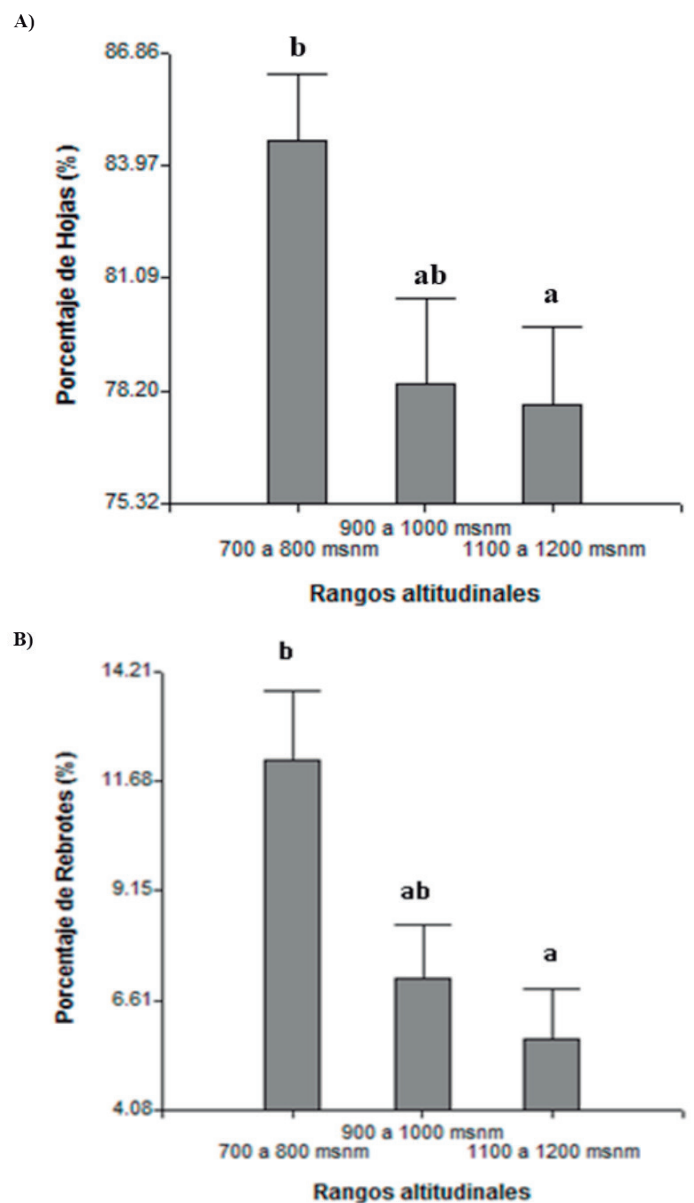


Figura 1. Características fenológicas de la especie *Maclura tinctoria*: porcentaje de hojas (A) y rebrotes (B), a tres rangos altitudinales.

Maclura tinctoria es una especie semi-decídua es decir que deja caer un alto porcentaje de sus hojas durante la temporada seca lo cual coincide con la producción de flores, convirtiéndose así en un indicador del inicio de esta fenofase. Según Scott (1966) una gran mayoría de los árboles que habitan estas regiones con períodos de sequía prolongados están, en una u otra forma, adaptados a estas condiciones ambientales.

Es preciso destacar que la aparición de rebrotes y presencia de hojas durante los meses estudiados (abril a octubre) permaneció de manera irregular entre los individuos por rango altitudinal; ya que el brote de hojas inicia de manera casi simultánea con la caída, por lo que no se alcanzan a observar durante mucho tiempo al individuo sin follaje y la mayor producción de hojas nuevas se registra durante la temporada de lluvias, esto es, una vez que finaliza la cosecha de los frutos y continúa durante buena parte del año.

Sin embargo autores como Borchet (1994), asignan el papel más importante en el control de la duración de la fase de aparición de rebrotes y presencia de hojas a la interacción entre la edad de estas hojas y el inicio de la estación seca.

Scott (1966) reporta que la fenología de los árboles tropicales puede responder también a señales ambientales. Sin embargo autores como Reich y Borchert (1984), señalan que algunos de estos comportamientos son facultativos debido a que individuos de la misma especie que crecen en sitios diferentes o en el mismo sitio pueden desplegar marcadas diferencias fenológicas entre sí.

Porcentaje de flores y frutos

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.3260$, ns), en el porcentaje de flores; los individuos de la especie *Maclura tinctoria* encontrados en los tres rangos altitudinales de 700 a 800 msnm, 900 a 1000 msnm y 1100 a 1200 msnm, no presentaron variaciones en la característica fenológica (Ver figura, C).

Sin embargo en la característica de fructificación si mostraron diferencia significativa ($P < 0.0497$); indicando que los individuos del rango altitudinal de 700 a 800 msnm presentan un mayor porcentaje de frutos, con respecto a los demás rangos (Ver figura, D).

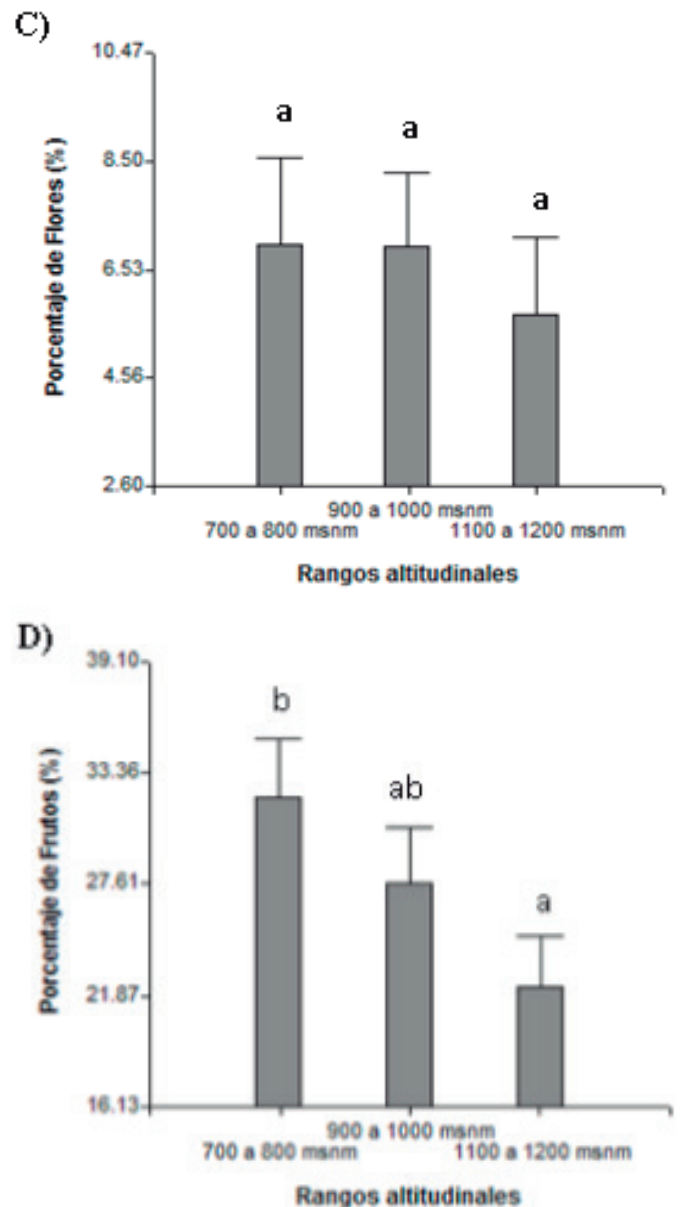


Figura 2. Características fenológicas de la especie *Maclura tinctoria*: porcentaje de flores (C) y frutos (D) en tres rangos altitudinales.

Los resultados obtenidos reflejan que los individuos de *Maclura tinctoria* a diferentes rangos altitudinales muestran comportamiento fenológico diferentes; observándose que la parte baja es la que presenta mayores porcentajes en las etapas de fructificación, hojas y rebrotes con respecto a la zona media y alta.

A Scott (1966) le parece un tanto paradójico que, la mayor floración se encuentre concentrada en la época

seca, que lógicamente debe ser la más crítica para las plantas. Esta observación de Scott es muy atinada; sin embargo, hay algunos hechos que parecen sugerir que la concentración de floración en esta época es más bien el resultado de un largo proceso de adaptación, parte de la misma dinámica de estas formaciones. Estos resultados están relacionados al éxito reproductivo y es posible que esta especie pueda producir más frutos en las zonas bajas que en las altas, porque los individuos que se encuentran ahí responden mejor a las condiciones bióticas y abióticas del ambiente.

Según lo que expresa Gómez (2010), el análisis de los períodos de ocurrencia de las etapas fenológicas de las especies en las zonas bajas exhibe una mayor estacionalidad que las especies de las zonas altas esto corrobora lo observado en el estudio; esto no quiere decir que se esté produciendo una mejor adaptación a menores alturas, ya que la especie es propia de un hábitat de alturas a nivel del mar y los 1,200 msnm (Zamora, N.1999).

Algunos estudios realizados de fenología de las especies, encontraron que de manera general, la identificación de los patrones de fructificación se torna difícil en algunas especies, ya sea porque los frutos de la misma cosecha permanecen en el árbol por largo tiempo; o por el contrario, desaparecen rápidamente de la copa del árbol porque son muy apetecibles para la fauna silvestre, o porque son abortados, por lo que existe variación en la producción de frutos en los diferentes individuos de la misma especie, y que ésta depende de la intensidad y la duración de la estación seca y de las formas de vida (Foster, 1990).

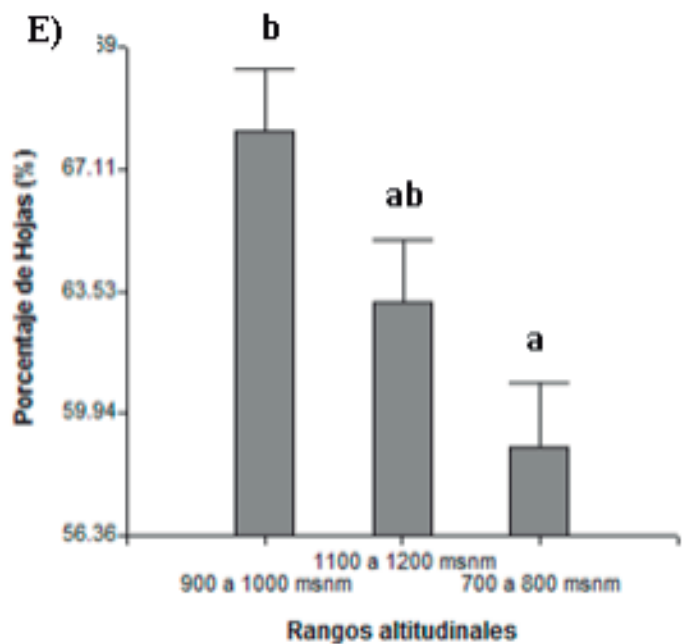
De igual forma se considera lo expresado por Mejía (1990), quien indicó que la altitud, influye en la fenología de las plantas, nuestros resultados confirman lo expresado por Mejía, porque se corroboró que los individuos de la especie *Maclura tinctoria* al encontrarse en diferentes altitudes presentan variación en sus etapas fenológicas. Por su lado Borchert (1996),

analizó las diferencias fenológicas de 18 especies tropicales mediante el uso de colecciones de herbario, y encontró que el ámbito de la variación geográfica tiene un rol importante en el comportamiento de las especies y destacó que las diferencias en la duración y la intensidad de la época seca afectan mucho la sincronía de la floración, y por ende la de la fructificación

Comportamiento fenológico de la especie arbórea Enterolobium cyclocarpum Jacq en tres rangos altitudinales

Porcentaje de hojas y rebrotes

Existe diferencia significativa en el porcentaje de hojas en los individuos de *Enterolobium cyclocarpum*, ya que el valor de significación es de $P < 0.0011$; el rango de 900 a 1000 msnm presenta el mayor porcentaje de la característica respecto al rango de 700 a 800 msnm que presentó los valores más bajos; en cambio el rango de 1100 a 1200 msnm presenta características similares de los demás rangos (Ver figura, E). En la etapa de rebrotes también se presentó diferencia significativa ($P < 0.0002$); los rangos de 900 a 1000 msnm y 1100 a 1200 msnm presentan los mejores porcentajes de rebrotes, respecto al de 700 a 800 msnm que alcanzó los valores más bajos (Ver figura, F).



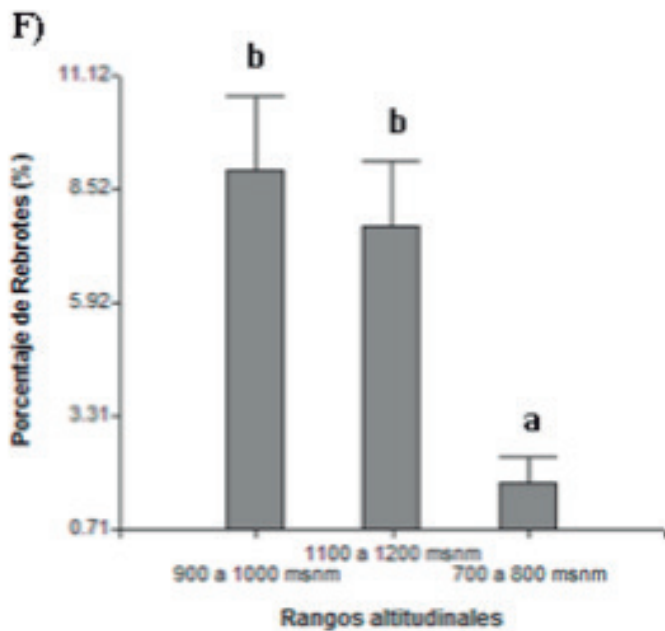


Figura 3. Características fenológicas de la especie *Enterolobium cyclocarpum*: porcentaje de hojas (E) y rebrotos (F) en tres rangos altitudinales.

El Guanacaste coloniza una gran variedad de hábitat, a pesar de que es común a elevaciones bajas se le puede encontrar creciendo de manera natural hasta los 900 msnm y se le ha plantado a elevaciones de 1100 msnm. Es un árbol semi-caducifolio, es decir que no pierde las hojas en su totalidad. Su defoliación está altamente asociada con la floración y la formación de los frutos, eventos que a su vez se presentan en los meses más secos del año.

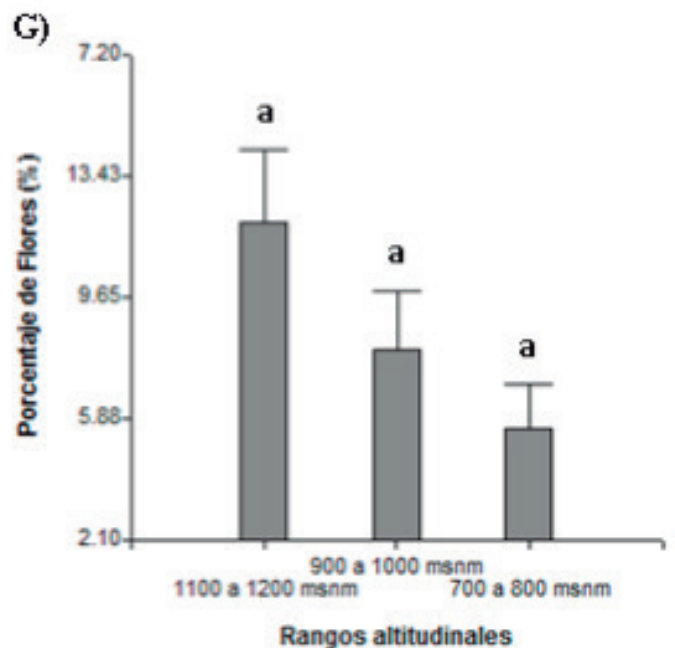
Es una especie que presenta patrón fenológico de copa, por lo que tiene la sorprendente capacidad de producir y expandir el follaje antes de la caída de las primeras lluvias, denominándose especie de brotación temprana (Frankie et al. 1974), comportamiento ya expresado por Richards (1996), quienes comentan que una gran proporción de árboles de bosques tropicales nunca están desnudos de hojas y que la caída de hojas viejas es rápidamente seguida por la aparición de hojas jóvenes. Caso que sucede en la especie *Enterolobium cyclocarpum* que la caída de hojas viejas es acompañada por hojas nuevas o rebrotos.

La brotación de las hojas en esta especie es acompañada por la apertura de las flores y la formación temprana de frutos, los cuales luego interrumpen su desarrollo durante la estación lluviosa (Rojas et al. 2007). Existen algunas hipótesis que señalan los cambios en el contenido de humedad del suelo (Reich & Borchert 1984), el fotoperiodo (Bullock 1990), la temperatura (Gómez & Fournier 1996) y ritmos endógenos (Fournier & Fournier 1986), como posibles activadores de la brotación temprana y a las reservas internas de agua como las fuentes que soportan la brotación del follaje (Borchert 1994b).

Autores como Orozco (1992) señalan que muchas especies pueden tener comportamientos distintos en diferentes sitios, caso que se presentó en las etapas de hojas y rebrotos presentando diferencia significativa principalmente en el rango altitudinal de 900 a 1000 msnm, respecto a los demás rangos.

Porcentaje de flores y frutos

No existen diferencias significativas en el porcentaje de flores y frutos, los individuos de la especie *Enterolobium cyclocarpum*, ya que el valor de significación es ($P > 0.05$), no se presentó variación alguna en la característica en ninguno de los rangos (Ver figura, G, H).



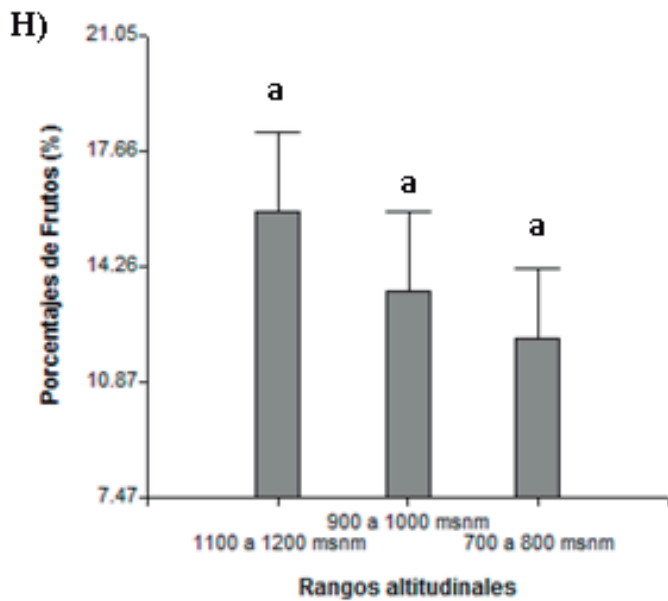


Figura 4: Características fenológicas de la especie arborea *Enterolobium cyclocarpum*: porcentaje de flores (G) y frutos (H), en tres rangos altitudinales.

Según Blaser y Camacho (1991), la ausencia de diferencias significativas entre sitios en la mayoría de las especies demuestra que estas tienen comportamientos fenológicos similares en un área determinada. Esto se puede relacionar con lo encontrado en las etapas de floración y fructificación de los individuos de la especie *Enterolobium cyclocarpum* que en los tres rangos altitudinales no presentaron diferencia significativa alguna.

Asimismo, Aide (1988) considera que las especies al desarrollar la floración y la fructificación pierden algo de su follaje, por lo tanto, la caída del follaje favorece la floración, caso contrario al que sucede con las especies *Maclura tinctoria* y *Enterolobium cyclocarpum* que mantiene su follaje al mismo tiempo que florecen y fructifican. Por otro Pires-O'Brien (1995), destaca que la falta de lluvia, podría ser el principal factor responsable de que los árboles florezcan en períodos secos, evitando la pérdida masiva de flores.

La floración y fructificación son características relevantes, que determina el rendimiento reproductivo

de las especies, ya que puede poner restricciones en el uso de los recursos estacionales, tales como luz, agua y polinizadores por parte de las plantas (Marco et al., 2000). La mayoría de las especies de los bosques tropicales presentan variación estacional en la aparición de nuevas hojas, flores y frutos; este patrón sugiere que los cambios fenológicos representan adaptaciones a factores bióticos y/o abióticos, siendo el clima el factor principal (Van Schaik et al., 1993).

Borchert (1980) descarta los factores climáticos como determinantes primordiales de la floración de las especies arbóreas en los trópicos y considera que los patrones fenológicos son determinados, principalmente, por procesos periódicos endógenos y en forma secundaria como adaptación a cambios ambientales.

Las diferencias encontradas en el comportamiento fenológico y en la productividad de la especie respecto a otros estudios (Vélez, 1992) puede deberse a metodologías diversas, ya que la duración de tales estudios (menos de 3 años) pudo no permitir la clara identificación del ciclo reproductivo. De acuerdo con Newstrom et al. (1994), como muchas especies presentan ciclos fenológicos multianuales, se requieren períodos de observación prolongados, por lo menos 5 años, para describir completamente estos patrones.

CONCLUSIÓN

Los individuos de la especie *Maclura tinctoria* mostraron diferencias significativas en el porcentaje de hojas, rebrotes y frutos; en la zona baja (700 a 800 msnm, respecto a las demás zonas; a diferencia de las flores. En cambio en *Enterolobium cyclocarpum* mostraron diferencia significativa los individuos de la zona media (900 a 1000) en el porcentaje de hojas y rebrotes; las etapas de floración y fructificación, no mostraron diferencia significativa alguna.

BIBLIOGRAFÍA

- Aide, T.M. (1988). Herbivory as a selective agent on the timing of leaf production in a tropical understory community. *Nature*. Vol. 336; p. 574-575.
- Betancourt, A. (1987). Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Cuba. Científico Técnica. p. 342-356.
- Borchert, R (1980). Phenology and ecophysiology of tropical trees: *erythrina poeppigiana* O.F. Cook. *Ecology* 61: 1065- 1074.
- Borchert, R. (1994) b. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75(5):1437-1449.
- Borchert R (1996). Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. *J. Trop. Ecol.* Vol. 12; p. 65–80.
- Blaser, J. & M. Camacho. (1991). Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de roble (*Quercus* spp.) del piso montano en Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 68p.
- Bullock, S; Solís-Magallanes, A. (1990). Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. *Biotrópica* 22(1):22-35.
- Chuine, I., and E. Beaubien. (2001). Phenology is a major determinant of temperate tree range. *Ecology Letters* 4:500–510.
- Frankie, G; Beker, H; Opler, P.1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*. 62:881-919 Forest Service. 1943. The forests of Costa Rica. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 48 p.
- Foster R. (1990). Long-term change in the successional forest community of the Rio Manu Floodplain. In: A.H. Gentry ed. Four Neotropical rainforests. Yale Univ. Press, New Haven, CT.: 565-572.
- Fournier, L. y C. Charpantier. (1975). El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba* 25: 45-48.
- Fournier, L; Fournier, M. (1986). Fenología y ecofisiología de *Gliricidia sepium* “Madero Negro” en Ciudad Colón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 34(2):283-288.
- Gómez, P; Fournier, L. (1996). Fenología y ecofisiología de dos poblaciones de *Tabebuia rosea* (“Roble de Sabana”) en Costa Rica (Bignoniaceae). *Rev. Biol. Trop.* 44(1):61-70.
- Gómez R. Martha Ligia (2010). Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación. Volumen I /, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA. Medellín: CORANTIOQUIA, 228 p. ISBN: 978-958-99363-3-7.
- Marco, D.E., A.A. Calviño and Sergio Páez. (2000). Patterns of Flowering and Fruiting in Populations of *Larrea divaricata* in Dry Chaco (Argentina). *Journal of Arid Environments* 44:327-346.
- Mejía, M.G. (1990). Fenología: Fundamentos y métodos. En. Seminario Taller en Semillas Forestales Tropicales. (2º Bogotá, Colombia). Memoria. Ed. T. Triviño. Bogotá, CO. p. 65-79.
- Newstrom, L.E., Frankie, G.W. y Baker, H.G. (1994). A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2): 141-159.
- Orozco, L. (1992). Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 33 p.
- Pires-O’Brien, M.J.; O’Brien, C.M. (1995). Aspectos evolutivos da fenología reprodutivadas árvores tropicais. Belém: FCAP, 25 p.
- Preuhsler, T., A. Bastrup-Birk & E. Beuker. (2006). Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests Part IX Phenological Observations. United Nations Economic Commission for Europe Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution.

- International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. Consultada el 22 de agosto del 2006, (<http://www.metla.fi/eu/icp/phenology/manual>).
- Reich, P.B, Borchert, R (1984). Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.
- Richards, P. W. (1996). *The tropical rain forest*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. 575 pp.
- Rojas-Jiménez, K; Hoolbrok, NM; Gutiérrez, M. (2007). Dry-season leaf flushing of *Enterolobium cyclocarpum* (ear-pod tree): above and belowground phenology and water relations. *Tree Physiology* 27:1561-1568.
- Scott, N. (1966). *Ecologically important aspects of the climates of Costa Rica*, Organization for Tropical Studies, Costa Rica, 26 pp. (mimeografiado).
- Van Schaik, C; Terborgh, J. W. y Wright, S. J. (1993). The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequence for primary consumers. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 24: 353-377.
- Vélez, G. (1992). Estudio fenológico de diecinueve frutales silvestres utilizados por las comunidades indígenas de la región de Araracuara – Amazonía colombiana. *Colombia Amazónica*, 6: 135-186.
- Zamora, N.; González J. & Poveda, L. J. en prep. (1999). *Árboles y Arbustos del Bosque Seco de Costa Rica*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.
- Zeledón Alba Marina (2002). *Estructura del bosque tropical seco y sus usos, en las comunidades de El Limón, el Dorado y el Coyolito – Estelí*, Estelí marzo 2004. Universidad Autónoma de Barcelona (UAB - FAREM).

Efectos post – incendio en bosques de pino del trópico seco de Nicaragua

Luis Miguel Velásquez Benavides¹

Kenny López Benavides²

RESUMEN

La investigación se realizó en la Reserva Natural Serranías de Dipilto y Jalapa. Con el objetivo de evaluar los efectos post-incendio en la riqueza y cobertura de herbáceas y leñosas, en bosque de pino.

Se determinaron tres intensidades de incendio: alta, media, baja y un control (área no incendiada); mediante la cicatriz dejada por el fuego en los fustes de los árboles de pino. Se establecieron parcelas circulares de 314.16 m², donde se cuantificó la riqueza y cobertura de especies en tres estratos de la vegetación: arbóreo, arbustivo y herbáceo.

En la alta intensidad se encontraron 22 especies en total. Mientras que en la media y baja intensidad se registraron de 18 especies. En el área no incendiada, se encontraron 12 especies. Es evidente que la mayor riqueza de especies se observó en la alta intensidad, lo cual se debe a la activación de los mecanismos de rebrote y bancos de semilla.

El aumento de la cobertura de especies herbáceas y leñosas es directamente proporcional a las intensidades del incendio, la cual está vinculada a la riqueza de especies.

Palabras claves: Intensidades de incendio, riqueza de especies, cobertura, estratos de la vegetación.

¹ UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco. Correo Electrónico: benavidez90@yahoo.es

² UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco. Correo Electrónico: kenny.lb@hotmail.com

Fire in pine forests of the dry tropics of Nicaragua-Post effects

Luis Miguel Velásquez Benavidez¹

Kenny López Benavides²

ABSTRACT

The research was conducted in the foothills of the Dipilto Nature Reserve and in Jalapa; in order to assess the post-fire effects on the richness and cover of herbaceous and woody pine forest.

Three fire intensities were identified: high, medium, low and a control one (no burned area); by means of the scar left by the fire in the shafts of the pine trees. Circular plots of 314.16 m² were established whereby richness and cover in three vegetation strata were quantified: Tree, shrub and herbaceous.

In the high intensity a total of 22 species were found. While in the medium and low intensity 18 species were recorded. In the unburned area, 12 species were found. Clearly, the highest species richness was observed in the high intensity, which is due to the activation mechanisms of regrowth and seed banks.

The increased coverage of herbaceous and woody species is directly proportional to the intensity of the fire, which is linked to species richness.

Keywords: fire intensities, species richness, cover, vegetation strata.

¹ UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Experimental station for the study of the dry tropics. E-mail: benavidez90@yahoo.es

² UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Experimental station for the study of the dry tropics. E-mail: kenny.lb@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En ecología debe entenderse el incendio como una perturbación; un fenómeno de origen natural o humano que provoca un cambio importante en el ecosistema. Una definición más precisa de perturbación incluiría aquellos acontecimientos de duración limitada que trastornen la estructura de un ecosistema, comunidad o población y cambien los recursos, la disponibilidad de substrato o el ambiente físico (White & Pickett, 1985). Toda perturbación es punto de partida de una sucesión ecológica, proceso estructurador de los sistemas naturales y de gran importancia en teoría ecológica, hasta tal punto que (Margalef, 1968) llega a afirmar: «En ecología la sucesión ocupa un lugar similar al que ocupa la evolución en biología general».

Durante las últimas décadas el fenómeno de los incendios forestales ha supuesto una problemática en Nicaragua. Las medidas de contingencia se han limitado al combate del fuego y se ha responsabilizado a la autoridad forestal de la toma de decisiones (FAO, 2001).

Desde finales de la década de los noventa, se han llevado a cabo una serie de actividades políticas que no han ido más allá del simple combate, invirtiendo más recursos humanos y financieros en las medidas de prevención y control. La Defensa Civil del Ejército de Nicaragua en conjunto con asociaciones civiles y diferentes instituciones del Estado, cuentan con un plan de prevención y mitigación de incendios forestales. El resultado de estas actuaciones políticas han sido las llamadas “Agendas de recomendaciones” de lo que debe hacerse para superar la crisis, pero pocas veces se analizan las causas de los incendios, ni las repercusiones sociales y ambientales (SINAPRED, 2007).

A pesar de no existir estudios concluyentes, puede deducirse una correlación entre la vulnerabilidad social y la vulnerabilidad ecológica. Se han realizado

estudios en los que se han identificado las causas más frecuentes de los incendios forestales: la caza ilegal, las quemas de maleza (quema de potreros, práctica cultural Silvopastoril, quema de sotobosque en pinares) y las labores agrícolas todas estas de origen antropogénico sumado al aumento de las situaciones climáticas extremas. (INAFOR, 2003). Asimismo, en Nicaragua están ya localizadas las zonas más propensas a incendios forestales. La primera de éstas corresponde al Caribe Norte; seguido de Nueva Segovia, Madriz y Estelí; la tercera a los departamentos de León y Chinandega; la cuarta corresponde al departamento de Rivas; y la última a los departamentos de Matagalpa y Jinotega (SINAPRED, 2007).

En vista de lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los efectos post-incendio en la riqueza y cobertura de herbáceas y leñosas, en bosque de pino. Para tal fin fue necesario, la identificación las especies herbáceas y leñosas recolonizadoras, del área perturbada por las intensidades de incendio. Esto permitirá un nuevo aporte a la información existente sobre la temática. Además facilitará nuevos conocimientos ecológicos sobre los incendios forestales y proporcionará importantes elementos a considerar en la toma de decisiones para la gestión de estos ambientes perturbados por los incendios forestales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el primer semestre del año 2013. En la Reserva Natural Serranías de Dipilto y Jalapa del municipio de San Fernando, Nueva Segovia, Nicaragua; ubicado entre las coordenadas 13° 40” latitud norte y 86° 19” longitud oeste. Cuenta con elevaciones que oscilan entre los 760 y 1,800 m.s.n.m. El clima es subtropical con tendencia a seco, aumentando la humedad hacia la zona de Jalapa y Murra. La temperatura promedio anual es de 24 °C. La precipitación en invierno varía de 800 a 1,400 mm. El tipo de suelo es de textura franco arenoso. (Plan Ordenamiento Forestal, 2008).

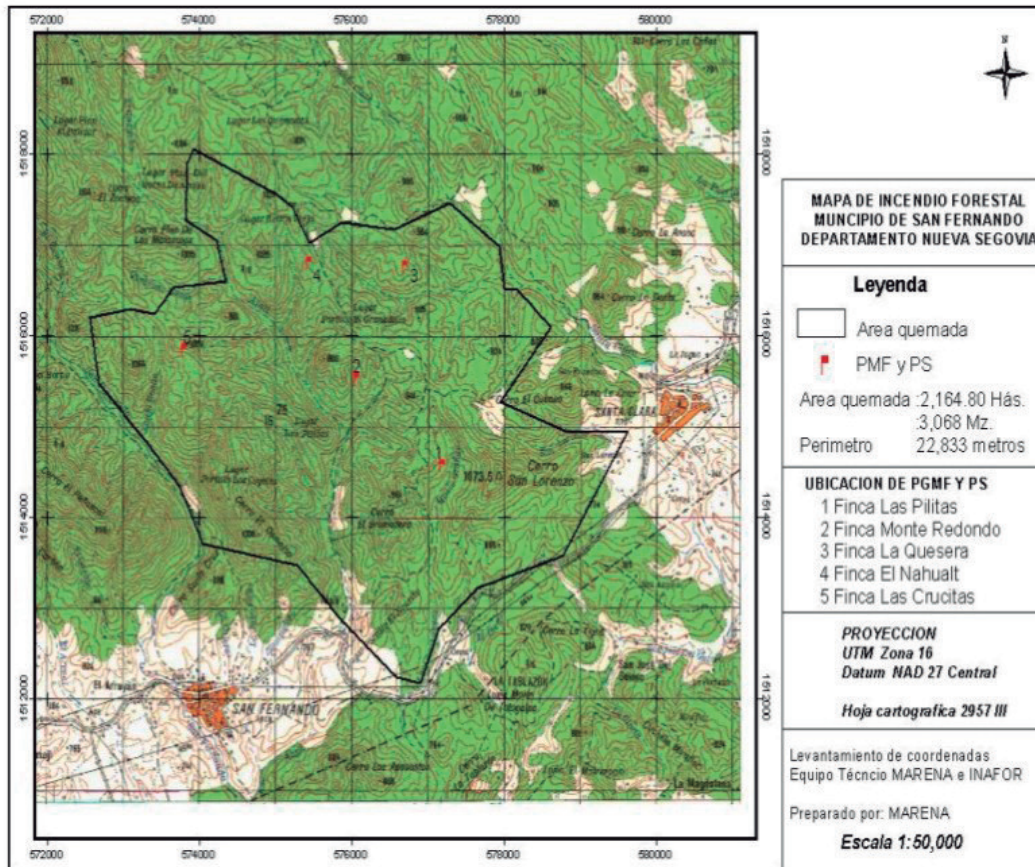


Figura 1: Polígono de Incendio Forestal Municipio San Fernando Departamento Nueva Segovia.

Diseño del muestreo

Se utilizó el método observacional, el cual consiste en el escaso o nulo control de los factores ambientales. Para este estudio, el factor y sus niveles se definieron en espacio y tiempo. Definiéndose las intensidades con las que quemó el incendio: alta intensidad (AI), media intensidad (MI), baja intensidad (BI) y control o área no quemada (C), establecida fuera del perímetro del área incendiada. Estas se determinaron por las cicatrices dejadas por la acción del incendio en los fustes de los árboles quemados según el método propuesto por (Juárez, 2002).

Para definir el tamaño de las parcelas, se utilizó el método de área mínima de muestreo o curva de acumulación de especies (Braun – Blanquet, 1950 citado por Bautista et al, 2004). En el cual se graficó el número de especies cada cierto tamaño de área. Cuando la curva se estabiliza, el tamaño del área en este momento se considera como el área mínima de muestreo, obteniendo la representatividad de la muestra (Figura 2).

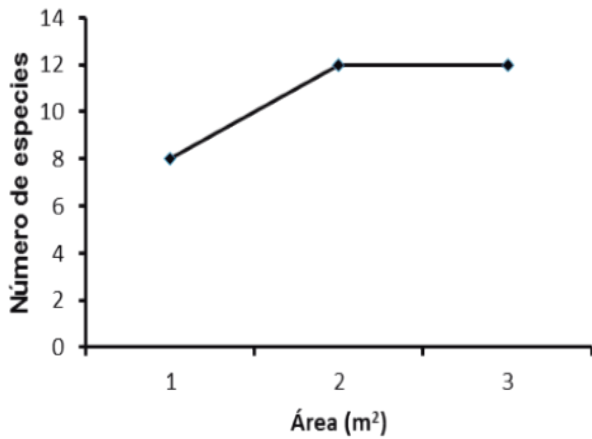


Figura 2: muestra la relación número de especies – área para determinar el área mínima de muestreo.

Donde cada unidad representada en el eje abscisas, equivale a 5 metros de radio elevado al cuadrado y multiplicado por (3.1416). Lo cual significa que los valores 1,2 y 3, corresponden a las áreas 78.54, 314.16, y 706.86 m2, respectivamente.

Posteriormente se establecieron de 12 parcelas circulares, cada parcela de 314.16 m2. Se ubicaron tres parcelas por cada intensidad de incendio, donde se muestrearon los tres estratos de la vegetación: herbáceas, arbustivas y leñosas. Se midieron las variables riqueza y cobertura de especies, la cual se estimó mediante la escala de referencia para estimación de cobertura visual de cada una de las especies, según el método propuesto por Braun Blanquet, 1950 (Tabla 1).

También se colectaron muestras botánicas fértiles de cada una de las especies para la identificación taxonómica en el Herbario de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León).

Braun – Blanquet
1 – 5 %
6 – 25%
26 – 50%
51 – 75%
76 – 100%

Tabla 1: Escala de medición de cobertura vegetal.

Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva a través de representaciones tabulares y gráficas de barras, sectores y líneas. El software utilizado fue, Excel versión 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies herbáceas y leñosas recolonizadoras, en las intensidades de incendio.

Se encontraron 27 especies, agrupadas en 14 familias taxonómicas. De las especies presentes 5 fueron arbóreas, 10 arbustivas y 12 herbáceas. En las tres intensidades de incendio estudiadas, la familia Asteraceae fue el grupo con mayor presencia. Este fenómeno se debe, a que esta familia se caracteriza por su estrategia adaptativa de rebrotar, la cual se activa con el aumento de la intensidad de incendio (Pausas et al, 2009).

Se puede observar que la zona donde hay una mayor riqueza de especies es donde el incendio quemó con alta intensidad. Este hecho se debe a la creación de nuevos hábitats, lo cual implica el aumento de luz solar disponible, menor competitividad por agua y nutrientes y además el aporte de nuevos nutrientes contenidos en las cenizas producto del incendio (DeBano et al., 1998).

La riqueza de especies leñosas y herbáceas fue igual en la baja y media intensidad. Es importante recalcar que esta semejanza entre estas dos zonas es en relación al número total de especies (Figura 3)

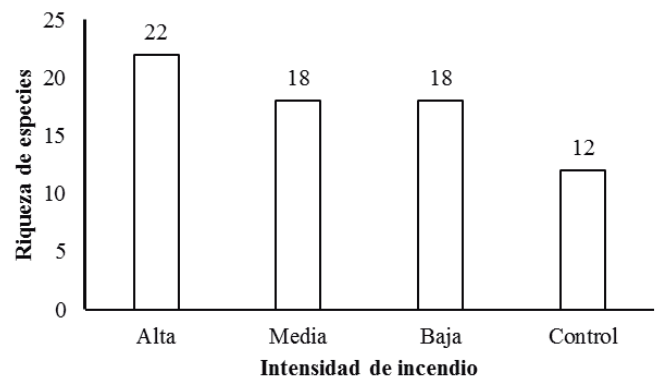


Figura 3: Número de especies encontradas según la intensidad de incendio.

La riqueza de especies en cada estrato e intensidades de incendio. En la BI y AI de incendio el estrato que registró el mayor número de especies fueron las herbáceas; mientras que la MI el estrato arbustivo alcanzó mayor número de especies. En el área no quemada (C) se observa una disminución considerable de las herbáceas.

En general las herbáceas y arbustivas presentaron mayor riqueza por encima del estrato arbóreo. En el ecosistema de pino, la riqueza de la vegetación post – incendio responde de la misma manera que la vegetación de los ecosistemas mediterráneos, la vegetación mediterránea muestra aumentos en la riqueza tras la acción de las altas intensidades de incendio (Coop et al, 2010). Según lo antes mencionado se rechaza la hipótesis nula ya que las intensidades incendio permite que haya un aumento en la riqueza de especies (Figura 4).

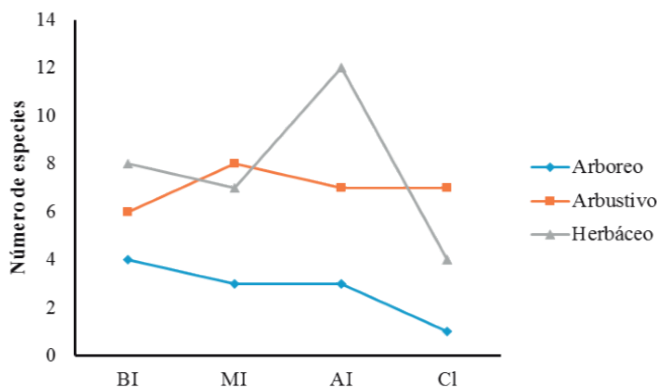


Figura 4: Riqueza de especies según el estrato de la vegetación e intensidad de incendio.

Efecto de las intensidades de incendio, en el porcentaje de cobertura de la vegetación.

El estrato arbóreo ocupa en total un 56.36 % de superficie aproximadamente. Este porcentaje es bajo en comparación a la media intensidad; este comportamiento se debe, a que en estas zonas donde el fuego quemó con baja intensidad hay muy pocos Pinus oocarpa, la especie arbórea predominante en superficie ocupada 31.66 %. El incendio del año 2011 no afectó

al estrato arbóreo, debido a que la baja intensidad solo afecta el estrato herbáceo y por tanto no hubo regeneración natural, lo cual explica la baja densidad de pinos. Además, es probable según observaciones de campo, que años atrás hayan podido estar gestionados como zona de pastoreo.

El estrato arbustivo recubre en total un 62.53 % del área afectada por el incendio, donde la especie predominante es Mimosa albida con un 26.66 % de cobertura. Estos porcentajes de recubrimiento para el estrato arbustivo son bajos comparados con los de las intensidades mayores. Esto indica que el fuego de baja intensidad no activa ni el banco de semillas, ni los mecanismos de rebrote. Lo antes mencionado coincide con lo planteado por (Pausas et al, 2009), (Molinas y Verdaguer, 1993), que las especies tienen diferentes mecanismos de respuesta al fuego o piroresistencia: rebrotadoras y las no rebrotadoras o germinadoras.

Aun así, esta intensidad, que principalmente afecta al estrato herbáceo, tiene un porcentaje de cobertura 40.96 % y la especie que obtiene la mayor proporción de superficie ocupada es Synedrella nodiflora con el 20.05 % (Figura 5).

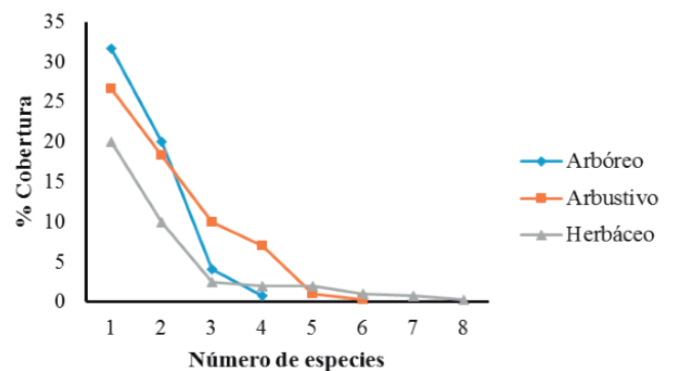


Figura 5: Cobertura de la vegetación por estrato en baja intensidad de incendio.

La superficie arbórea ocupa, el 67.58 % en total, donde la especie Pinus oocarpa, domina un 58.33 % del área. Se podría esperar de estas zonas, que tuvieran aproximadamente la misma superficie arbórea que en

la baja intensidad pero el gráfico evidencia que no es así. El incendio que tuvo lugar en el año 2003, ya forma parte del pasado pero deja huella en el presente y ahora se puede entender que quemó en este mismo sitio con alta intensidad. Así pues, esta explicación justificaría el aumento de cobertura arbórea y densidad de *Pinus oocarpa* debido a la regeneración.

En el estrato arbustivo, el 100% de la superficie está ocupada y la especie predominante fue *Mimosa albida* con 66.66 %. También se encontraron otras especies arbustivas típicas de pinares y que colonizan post – incendio pertenecientes a la familia Melastomataceae: *Conostegia xalapensis*, *Tiouchina longifolia* y de la familia Malpighiaceae: *Byrsonima crassifolia* (Tabla 3). Bonilla (2009), encontró estas mismas especies en ecosistema de pino.

El estrato herbáceo se mantiene constante en cuanto a superficie ocupada con un 40.96 %, la especie que obtiene el mayor porcentaje de cobertura es *Cyathea fulva* con 20.66 %.

En esta intensidad se pone de manifiesto la capacidad de las especies para rebrotar y germinar después de un incendio forestal. Los bancos de semillas y los mecanismos de rebrote son activados y aproximadamente duplican la superficie arbórea y la arbustiva si se compara con los bajos resultados de la BI. La activación de estas capacidades o características de adaptación (rebrotos, germinación), depende de la intensidad (Aguirre Zhofre, 2000) (Figura 6).

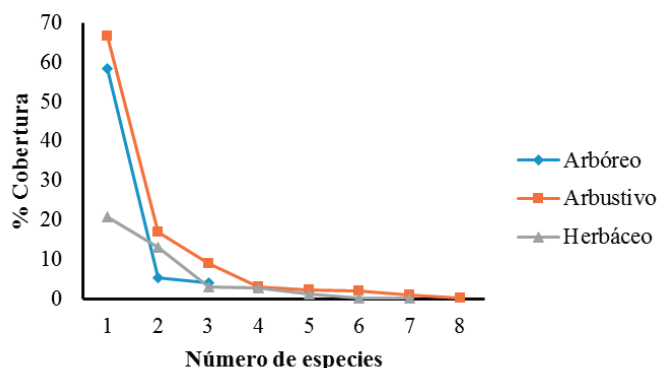


Figura 6: Cobertura de la vegetación por estrato en media intensidad de incendio.

El estrato arbóreo llega a 9.7 % de ocupación. La virulencia del fuego de alta intensidad provocó una drástica desaparición de todos los ejemplares de *Pinus oocarpa*. La superficie ocupada por esta especie obtuvo el 8.5%. Es evidente que este valor porcentual es insignificante en comparación con el 31.66% de la baja intensidad o al 58.33% de la media intensidad.

El estrato arbustivo alcanza un valor total de cobertura del 69.01 %. Este valor no sorprende tanto si comparamos la ocupación de superficie de la zona estudiada que se quemó con media intensidad, que llegó al 100% de cobertura total. La especie dominante en alta intensidad para este estrato es *Mimosa albida* con un 56.66 % de superficie ocupada.

En el caso de las herbáceas, ocupan el 81.51 % de la superficie siendo el estrato dominante y la especie que más superficie ocupa es *Cyathea fulva* con 37 % de cobertura. Es importante prestar atención al aumento de riqueza de las herbáceas en la alta intensidad, debido a que con las nuevas condiciones, aparecerán nuevos nutrientes, habrá la luz solar disponible y menos competitividad y especies que antes no se encontraban en el ecosistema podrán entrar en él. Las herbáceas son las primeras que recubren el suelo tras la acción del incendio (Donoso, 1981).

También aquí se ven activados los bancos de semillas y los mecanismos de rebrote. Estos mecanismos le permiten a las especies colonizar los espacios vacíos dejados por el paso del incendio (Buhk et al, 2006).

Además de activar esos mecanismos de regeneración, la alta intensidad genera las condiciones óptimas en el bosque que permiten que todas estas semillas puedan ser depositadas en el suelo para su posterior desarrollo. El aumento de intensidad deja un sotobosque libre de barreras y las semillas pueden llegar al suelo sin ninguna complicación (Trabaud, 1998).

En este caso se puede decir que estos mecanismos de adaptación habituales de estas especies son suficientes para garantizar la permanencia de ellas en estos ecosistemas forestales.

En general se evidencia que el aumento de la intensidad de incendio es directamente proporcional a la cobertura de especies, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (Figura 7).

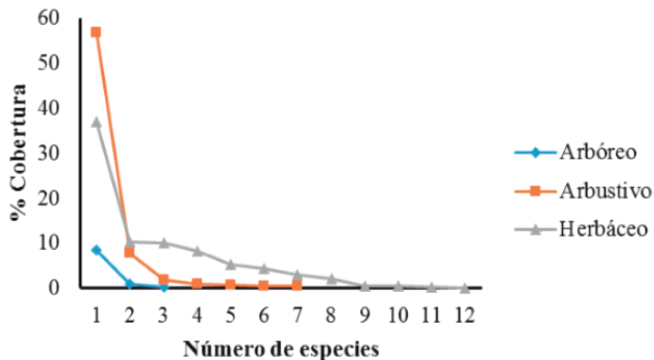


Figura 7: Cobertura de la vegetación por estrato en alta intensidad de incendio.

Se puede observar que el estrato arbóreo ya está establecido en esta zona con un 55 % de superficie ocupada, disminuyendo las oportunidades que tenían las arbustivas y herbáceas para un nuevo establecimiento. Este porcentaje de cobertura corresponde a la especie *Pinnus oocarpa*.

Con el protagonismo del estrato arbóreo, las especies arbustivas disminuyen bastante pero siguen conservando su riqueza. El porcentaje de superficie para este estrato es 27.6 %, la especie que presentó mayor porcentaje de cobertura fue *Conostegia xalapensis* con 9.6 %.

En esta área sufre una importante decaída la riqueza de herbáceas así como la superficie que ocupan de 22.33 % y la especie dominante fue *Verbesina pallens* con 13.33 %. Esta baja en la riqueza de las herbáceas se debe a que estas alcanzan su mayor frecuencia en 1 – 5 años después del incendio y luego reducen su presencia

(Donoso, 1981). Durante los años posteriores a un incendio, la vegetación pasa por distintas etapas en las que la riqueza van cambiando gradualmente, hasta que después de unos años, tienden a estabilizarse dando lugar a una vegetación bastante similar a la presente antes del incendio (Trabaud, 1982) (Figura 8).

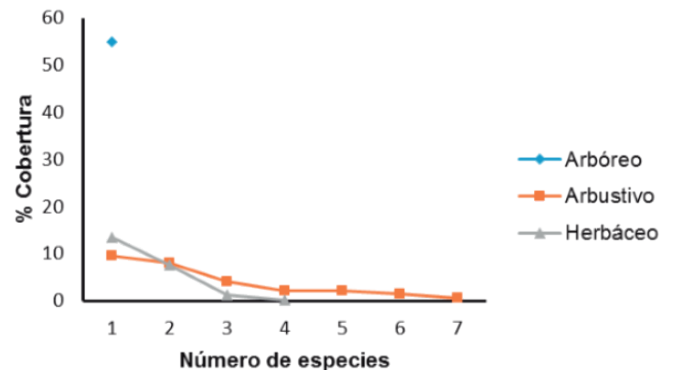


Figura 8: Cobertura de la vegetación por estrato en el control.

El porcentaje de superficie ocupado por la regeneración natural de *Pinnus oocarpa* en las intensidades de incendio. La alta intensidad presenta el mayor porcentaje de cobertura con 7.33%. Los incendios superficiales y las altas intensidades favorecen la dispersión y liberación de la semilla beneficiando el establecimiento de la regeneración natural (Zendejas, 1971). En estos casos, los individuos adultos de *Pinnus oocarpa* no resistieron el incendio de alta intensidad y fueron substituidos por otros que nacen de sus semillas y que encuentran un espacio sin competencia, donde llega mucha luz y el suelo es rico en nutrientes (DeBano *et al.*, 1998) (Soto y Rodríguez, 1977) (Figura 9).

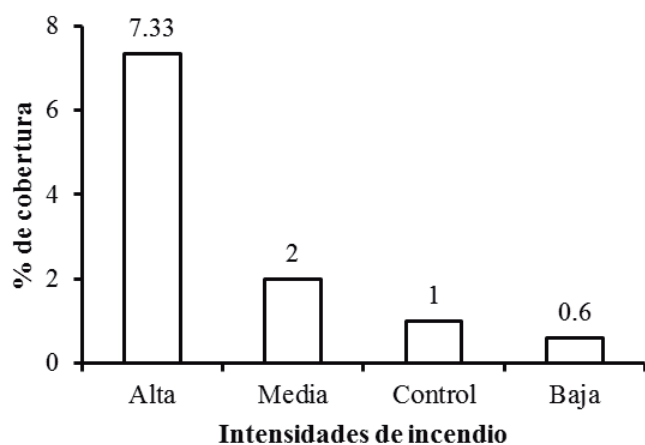


Figura 9: Cobertura de la regeneración natural de *Pinus oocarpa* por intensidad.

CONCLUSIONES

La riqueza aumenta en la alta intensidad en comparación a la media y baja intensidad de incendio.

El recubrimiento de las especies herbáceas y leñosas es mayor a medida que aumenta la intensidad de incendio, por lo tanto también se observan diferencias en cuanto a las intensidades de incendio.

En el control disminuye la riqueza y el recubrimiento en comparación a las áreas afectadas por las intensidades de incendio debido al nivel de recuperación y al dominio del estrato arbóreo en relación al arbustivo y herbáceo.

BIBLIOGRAFÍA

Altieri Soto, Miguel A.; Rodríguez Muños, Jaime A. (1977). Acción Ecológica del fuego en el matorral natural mediterráneo de Chile, en Rinconada de Maipú. IDIA. Suplemento N° 34. P (217 – 222).

Alanis Rodriguez, Eduardo et al. (2010). Efecto de la restauración ecológica post-incendio en la diversidad arbórea del Parque Ecológico Chipinque, México. Madera bosques [online]. vol.16, n.4 [citado 2013-11-19], pp. 39-54 <http://

www.scielo.org.mx/o.p?script=sci_t&pid=S140504712010000400003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1405-0471.

- Aguirre Zhofre, M. (2000). Diversidad y composición florística de un área de vegetación disturbada por incendios forestales. 10 p. Tesis (Doctor en Ingeniero Forestal) - Herbario Loja, La Paz.
- Arianoutsou, M., Beard, J. S., Ferres, L., Folch, R. y Trabaud, L. V. (1993). La vida a les formacions escleròfiles, en Mediterrània (Folch, R. coord.). Barcelona, Edit. MAB, UNESCO, 64-109.
- Ahlgren I.F. y Ahlgren C.E. (1960). Ecological effects of forest fires. *The Botanical Review* 26:483-533.
- Bautista, F., Delfín, H., Delgado, M., Palacio, J. (2004). Técnicas de Muestreos para Manejadores de para recursos Naturales. Primera Edición. ISBN 970 – 32 – 1778 – 8. Pág. 507.
- Begon M, Harper L. (1996). Ecología individuos poblaciones y comunidades. Blackwell science. Localización Biblioteca Luis Angel Arango, Biblioteca departamento de Biología Universidad Nacional sede Bogotá.
- Binder, U. (1997). Manual de leguminosas de Nicaragua. Vols. I y II. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Latina (PASOLAC), Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí (EAGE). Estelí, Taller gráfico de los Monjes Agustinos Santa Cruz Estelí. 528 p.
- Bonilla. M., Valdez. L., Martinez. L. (2009). Regeneración natural de *Pinus tropicalis* y vegetación asociada después de un incendio. 6 pág.
- Braun-Blanquet, J. (1950). Sociología Vegetal: Estudio de las Comunidades Vegetales. Acme Agency, S. R.L. Buenos Aires, Argentina. 444 pp.
- Buhk, C., Götzenberger, L., Wesche, K., Sánchez Gómez, P. y Hensen, I. (2006). Post-fire regeneration in a Mediterranean pine forest with historically low fire frequency. *Acta Ecologica*, 30: 288-298.
- Calderón, G.; Rzedowski, J. (2004). Manual de malezas de la región de Salvatierra, Guanajuato. México, Instituto de Ecología, A.C. 316 p.

- Christensen N.L. (1985). Shrubland fire regimes and their evolutionary consequences. En: Pickett S.T.A. y White P.S. Eds. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, pp. 85-100, Academic Press, Orlando, Florida.
- Coop, J.D., Massatti, R.T. y Schoettle, A.W. (2010). Subalpine vegetation pattern three decades after stand-replacing fire: effects of landscape context and topography on plant community composition, tree regeneration, and diversity. *Journal of Vegetation Science*, 21: 472-487.
- Debano, L. F., Neary, D. G. y Ffolliott, P. F. (1998): *Fire's effects on ecosystems*. New York. John Wiley and Sons.
- Donoso Z. (1981). *Ecología forestal. El bosque y su medio ambiente*. Ed. Univ. Chile.
- Font Quer, P. (1953). *Diccionario de Botánica*. Barcelona, Editorial Labor, S. A. 1244 p
- García, J.; MacBryde, B.; Molina, A.; MacBryde, O. (1975). *Malezas Prevalentes de América Central*. San Salvador, International Plant Protection Center. 162 p.
- Haidinger, T.L. y Keeley, J.E., (1993). Role of high fire frequency in destruction of mixed chaparral. *Madroño*. 141 – 147.
- Herrarte, J. Ernesto. (2005). Efecto Financiero-Ambiental de los daños ocasionados por los incendios forestales en el periodo comprendido de 1998 al 2003, en el departamento de El Petén.
- Holdridge, L.R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. de Humberto Jiménez. San José, IICA, p. 1-44.
- Kozlowski T.T., Kramer P.J. y Pallardy S.G. (1991). Fire. En: Kozlowski T.T. Ed. *The Physiological Ecology of Woody Plants*, pp. 401-424, Academic Press, San Diego.
- Kunst, Carlos. (1996). "Introducción a la Ecología de Fuego y Manejo de Fuego Prescripto", Pág. 134. INTA – UNSE.
- Labrada, R.; Caseley, J.C.; Parker, C. (1996). *Manejo de malezas para países en desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal-120)*. Roma, FAO. 84 p.
- Margalef, R. (1968). *Perspectives in ecological theory*. University of Chicago Press, Chicago, 111 pp.
- Mataix, Solera, J. y Guerrero, C. (2007). Efectos de los incendios forestales sobre las propiedades edáficas, en *Incendios forestales, suelos y erosión hídrica* (Mataix-Solera, J. coord.). Alcoi, Edit. Caja Mediterráneo CEMACAM. 5-40.
- Merche B. Bodí. (2012). Efectos de los Incendios forestales en la vegetación y el suelo en la cuenca Mediterránea. *Revisión Bibliográfica*.
- Moody, J. A. y Martin, D. A. (2009). Forest fire effects on geomorphic processes, en *Fire effects on soils and restoration strategies* (Cerdà, A. y Robichaud, P. R., coord.). Enfield, Edit. Science Publishers, 41-79.
- Molinas, M. L. y Verdaguer, D. 1993. «Lignotuber ontogeny in the cork-oak (*Quercus suber*; Fagaceae). I. Late embryo. » *American journal of Botany*, n° 80.
- Moreno J, M., Fernández, F., Vallejo, R., Carbó, E., Bocio, I., Valle, F., Retana, X. y Busquets, I., (1997). Regeneración de la vegetación en zonas quemadas por los grandes incendios de 1994. Estado de la investigación y el desarrollo en protección contra incendios forestales en España. I seminario nacional. 20 – 21 Marzo 1997, Lugo.
- Neary, D. G., Klopatek, C., C., Debano, L. F. y Ffolliott, P. F. (1999). Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest Ecology and Management*. N° 122. 51-71.
- Odum, E. P. (1969). The strategy of the ecosystem development *Science*, 164: 262-270.
- Pausas, J. G. y Keeley, J. E. (2009). A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience*, n°59. 593-601.
- Prodon. R., Fons, R. y Athias. Binche. F. (1987). The impact of fire on animal communities in the Mediterranean area, en the role of fire in ecological systems (Traubaud, L. V. coord.). Den Haag, Edit. SPB Academic, 121-157.
- Raison, R. J., Khanna, P. K., Jacobsen, K., L. S., Romana, J. y Serrasolses, I. (2009). Effect of fire

- on forest nutrient cycles, en *Fire effects on soils and restoration strategies* (Cerdà, A. y Robichaud, P. R., coord.). Enfield, Edit. Science Publishers, 225-256.
- Retana J. (1996). Característiques de intensitat i extensio dels incendis. En: Terradas J. Ed. *Ecologia del Foc*, pp. 59-62, Ediciones Proa, Barcelona, España.
- Rodríguez T.D.A. (1996). *Incendios Forestales*. Universidad Autónoma de Chapingo y Ed. Mundi Prensa, México, D.F.
- Ruiz, Jacobo. (2,000). *Fuego Factor Ecológico*. En Vélez, Ricardo. *La defensa contra incendios forestales*. McGraw Hill. P.4.1. España.
- Salas, J. B. (2002). *Biogeografía de Nicaragua*. 1ed, Managua: INAFOR, Pág. 548.
- Samek, V. (1967). *Mejoramiento de los pinos en la práctica forestal*. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba. 40 p. (Serie forestal, 3).
- Sosa C.V., Cedeño O., Rodríguez E., Martínez R. y Raygoza A. (1999). *Incendios Forestales*. SEGOB y SEMARNAP, México, D.F.
- Shakesby, R. A. y DOERR, S. H. (2006). Wildfire as hydrological and geomorphological agent. *Earth Science Reviews*, nº 74, 269-307.
- Stevens, W.D.; Ulloa Ulloa, C.; Pool, A.; Montiel, O.M. (eds.). 2001. *Flora de Nicaragua*. Vols. I, II y III. Missouri Botanical Garden Press. 2666 p.
- Toval, H. Nelson y Rueda, P. Ricardo. (2009). *Malezas comunes de León, Nicaragua / -- 1ª ed. -- Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio.*
- Trabaud, L. V. (1990). Fire resistance of *Quercus coccifera* L. garrigue», en *Fire in ecosystem dynamics: Mediterranean and northern perspectives* (Goldammer, J. G. y Jen-kins, M. J. coord.). The Hague, Edit. SPB Academic Publishing, 21-32.
- Trabaud, L. (1998). *Recuperación y regeneración de ecosistemas mediterráneos incendiados*. Serie Geográfica, 7: 37-47.
- Trabaud, L. (1982). Effects of past and present fire on the vegetation of the French Mediterranean region. En: *Dynamics and Management of the Mediterranean-type Ecosystems*, Conrad, C.E. y Oechel, W.C. (Eds.), pp. 450-457. US Dep. Agric. For. Serv. Gen. Tech. Rep., PSW-58. Symposium, 22-26 junio de 1981, San Diego, CA, USA.
- Verzino, Graciela et al. (2005). Impacto de los incendios sobre la diversidad vegetal, sierras de Córdoba, Argentina. *Ecol. Apl.* [Online]. vol.4, n.1-2 [citado 2013-11-19], pp. 25-34. Disponible en: <<http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sciwb4&lng=es&nrm=iso>>. ISSN 1726-2216.
- Vidal, J. J.; COSTANTINO, I. N. (1959): “Iniciación a la Ciencia Forestal”. Editorial Salvat.
- Viro P.J. (1974). Effects of forest fires on soil. En: Kozlowski T.T. y Ahlgren C.E. Eds. *Fires and Ecosystems*, pp. 7-45, Academic Press, Nueva York.
- White, P.S. & Pickett, S.T.A. (1985). Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. In Pickett, S.T.A. & White, P.S. (Eds.). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, Orlando. Pp. 3-13.
- Zendejas E., J.A. (1971). Efecto de las altas temperaturas originadas por el fuego en los conos y semillas de *Pinus montezumae* y *Pinus oocarpa*. Tesis profesional. Departamento de bosques, ENA, Chapingo, México.



Facultad Regional Multidisciplinaria Estelí
Bº. 14 de Abril, contiguo a subestación planta Enel
Estelí, Nicaragua.

Contacto principal: MSc. Beverly Castillo Herrera
Tel.: 2713-7734 / e-mail: beverly.castillo@yahoo.com