

Caracterización numérica de la diversidad forestal de 14 de comunidades rurales en cinco municipios de Nicaragua

Numerical characterization of forest diversity of 14 rural communities in five municipalities in Nicaragua

Álvaro Benavides-González¹, Juan Carlos Moran-Centeno¹

¹ Programa para el Desarrollo Participativo Integral Rural, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria



RESUMEN

Los bosques son importantes para las comunidades rurales y el país, por lo que es necesario identificar las especies y determinar su estado, utilización racional, y establecer políticas de conservación en sus hábitats. El objetivo del estudio fue comparar comunidades rurales considerando la presencia de la diversidad florística arbórea. Mediante encuestas se recopiló información durante el período 2013-2015, identificaron especies forestales en 14 comunidades rurales de Nicaragua en los municipios de Las Sabanas, Nandaime, Somotillo, Villanueva y El Crucero. Se muestrearon 604 Unidades Familiares de Producción (UFP) que contenían 3677 registros. Fueron utilizadas herramientas univariadas (ANDEVA, LSD) y multivariadas (análisis de correspondencia, componentes principales y conglomerados) en la comparación de UFP integrando la clasificación taxonómica y uso de los árboles. De igual manera, se utilizaron índices básicos de la diversidad florística (Margalef, Shanon-Wiener, Simpson y Berguer-Parker). Según los resultados, la agricultura es de subsistencia y las comunidades se benefician de las especies. Las herramientas multivariadas e índices de diversidad fueron útiles para comparar las comunidades y su riqueza vegetal. Destacaron 84 especies de árboles, agrupadas en 66 géneros y 38 familias.

Palabras clave: UFP, Herramientas univariadas y multivariadas, índices de diversidad.

ABSTRACT

The forests are important for rural communities and the country, so it is necessary to identify species and determine their status, rational, and establish conservation policies in their habitats. The information was collected through questionnaires during the period 2013-2015, identified forest species in 14 rural communities in Nicaragua in the municipalities of Las Sabanas, Nandaime, Somotillo, Villanueva and El Crucero. The sample consisted of 604 UFP (3677 records) and analysis were used (ANOVA, LSD) and multivariate (correspondence analysis, principal components and cluster) in the comparison of UFP integrating taxonomic classification and use of trees. Were used basic indices of floristic diversity (Margalef, Shannon-Wiener, Simpson and Berguer-Parker). According to the findings, agriculture is subsistence and families benefit from species. Multivariate tools and diversity indices were useful for comparing plant communities and their wealth. They noted 84 species of trees, grouped in 66 genera and 38 families.

Keywords: UFP, Univariate and multivariate analysis, diversity indices.

Recibido: 9 de febrero 2017
Aceptado: 3 de julio del 2017



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

Copyright 2017. Universidad Nacional Agraria

Nicaragua es un país privilegiado por la abundancia de sus recursos naturales (MARENA, 2002); sin embargo, la biodiversidad existente no está muy documentada, y los estudios conformados en las diferentes regiones no han sido específicos, y se desconoce en la mayoría de los casos su estado actual y conservación. La biodiversidad o diversidad biológica comprende el conjunto de seres vivos y los ecosistemas en que habitan (Glowka *et al.*, 1994). Por otro lado, Pedroni y Morera (2002), definen la biodiversidad como la totalidad de los genes, las especies y los ecosistemas de una región.

Al igual que otros países centroamericanos, Nicaragua presenta actividades de agricultura y ganadería extensiva, por lo tanto el recurso forestal y el uso de la tierra están sometidos a una dinámica que paulatinamente cambian su extensión y estructura, esto debido al avance de la frontera agrícola la cual provoca degradación y deforestación (Filomeno, 1996; citado por Pérez *et al.*, 2013).

La distribución natural de los árboles en Nicaragua atiende a las variaciones en las condiciones ambientales, resultado de las diversas formas de conjugación de los factores del medio ambiente: clima, geología, topografía y suelo (Salas, 1993). González y Castro (2011), consideran que existen 100 mil hectáreas de bosque seco localizado principalmente en el Pacífico del país, por lo que existe interés de proteger y rehabilitar el bosque remanente.

Una forma de conservar la biodiversidad general del sistema consiste en un manejo adecuado de la estructura arbórea de la masa, y de este modo, el hábitat de las diversas especies. Asimismo, la estructura de una masa forestal está directamente relacionada con su estabilidad frente a los factores bióticos y abióticos, los beneficios directos (productos) e indirectos (fijación de carbono, paisaje, protección del suelo, etc.). Por lo tanto, un adecuado conocimiento de la estructura de las masas forestales y de su dinámica es fundamental para garantizar la gestión sostenible de estos sistemas (Del Río *et al.*, 2003).

Las técnicas de análisis multivariado pueden ser utilizados para la comparación de las comunidades rurales considerando sus recursos y variables (Benavides y Morán, 2013), y los índices de diversidad permiten tener una perspectiva de la situación de diversidad florística, con el fin de realizar monitoreos ambientales y tomar decisiones de conservación y manejo (Spellerberg, 1991; citado por Pérez *et al.*, 2013).

El objetivo de este estudio fue comparar comunidades rurales a través técnicas estadísticas e índices de diversidad florística arbórea.

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología. Durante el período 2013-2015, se realizó identificación y presencia de especies forestales en 14 comunidades rurales de Nicaragua, municipios de Las Sabanas, Nandaime, Somotillo, Villanueva y El Crucero (figura 1). En los diagnósticos de las comunidades participaron estudiantes de IV y V año de las carreras de la Universidad Nacional Agra-

ria. Fue considerado el conocimiento local de las familias en las comunidades, participación del guía de la comunidad para la identificaban con el nombre común de las especies forestales, así como la participación de otros miembros de las familias con conocimiento etnobotánico. Se levantaron muestras de algunas especies y las coordenadas geográficas fueron obtenidas a partir de GPS.

La información abarcó características socioeconómicas y diversidad florística en las comunidades muestreadas. Las especies forestales fueron identificadas y corroborada con la bibliografía especializada de Salas (1993), MARENA-INAFOR (2002) y Grijalva (2006). A partir de encuestas seleccionadas y calculada la muestra final (cuadro 1) de las Unidades Familiares Productivas (UFP) según metodología de Aguilar-Barojas (2005) en poblaciones finitas:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{d^2(N - 1) + Z^2 pq}$$

Donde

n= es el tamaño de la muestra. N= tamaño de la poblacional. Z = valor de Z ($\alpha=0.05$, Z=1.96). p=proporción aproximada del fenómeno en estudio de la población. q=proporción de la población de referencia que no representa el fenómeno (1-p). E=d=Porcentaje de error asumido.



Figura 1. Identificación de árboles forestales en 14 comunidades rurales de Nicaragua. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/24/Nicaragua_relief_location_map.jpgS.

El cuadro 1 muestra información sobre las UFP en las diferentes comunidades de cinco municipios de Nicaragua. Este estudio adoptó el término de UFP (Querol *et al.*, 2014), ya que la mayoría de las familias presentaban pequeños lotes de terreno, solares, y en menor escala fincas de medianos y grandes productores.

Cuadro 1. Caracterización de las áreas (mz) en UFP de 14 comunidades de cinco municipios de Nicaragua

Departamento	Municipio	Comunidad	< 1	1-5	5-10	10-20	20-50	50-100	> 100	Total
Chinandega	Somotillo-Villanueva	Aquespalapa	22	3	6	10	4	8	5	58
		El Jicote	2	4	4	3	7	9	5	34
		Apacunca	1	5	2	3	3	0	1	15
Madriz	Las Sabanas	El Castillito	10	15	1	1	2	0	1	30
		Buena Vista	41	44	3	9	4	0	0	101
		El Pegador	11	7	3	0	5	1	2	29
		Nueva Esperanza	8	10	2	0	0	0	0	20
Managua	El Crucero	El Callao	6	5	2	6	3	0	1	23
		Las Pilas 1	11	30	14	4	5	3	1	68
		Las Pilas 2	21	21	7	12	4	1	2	68
		Santa Julia	14	8	5	4	0	0	0	31
		Daniel Teller	4	1	1	5	1	0	1	13
Granada	Nandaime	Nandarola	22	30	15	10	6	2	4	89
		San Mateo	2	7	5	7	2	2	0	25
		Total	175	190	70	74	46	26	23	604
	%	29	31.5	11.6	12.3	7.6	4.3	3.8	100	

Características generales de las comunidades

Somotillo y Villanueva. Las UFP muestreadas se encuentran ubicadas en la zona de amortiguamiento de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA). Comprende una extensa planicie con elevaciones menores a 300 msnm (cuadro 1), suelos arcillosos hasta franco-arcillosos con pendientes menores del 15%. Según MAG-FOR (1999), la zona de vida es bosque seco tropical (bs-T) con inclusiones de bosque seco subtropical y cálido monzónico (bs-S).

Las Sabanas. Las comunidades del municipio de Las Sabanas están muy cercanas a la Reserva Natural Tepec Xomolth La Patasta. Tiene un relieve abrupto, con pendientes entre el 30-75 % y suelos moderadamente profundos a muy superficiales (25-90 cm), textura franco-arcillosa y pH con promedio de 6.2. El clima varía en función de la altitud: tipo tropical seco en las zonas bajas, y tropical húmedo en las partes más elevadas y montañosas (cuadro 1).

Nandaime. El clima predominante es típico de las zonas cálidas secas (Sabana Tropical, Aw) con época lluviosa de mayo a octubre (cuadro 1). Los suelos son de textura arcillosa, con coloraciones que van de rojizo claro a un tono más oscuro, pasando a negro en los lugares más cercanos en los ríos, hasta un tono gris claro en las lomas y partes altas toman la coloración blanquecina, pH variable, predominando el ligeramento ácido (Silva et al., 2008).

El Crucero. En el municipio de El Crucero existen una estación lluviosa y una estación seca que inicia a finales de enero y finaliza en abril. Durante los meses lluviosos, prevalece una intensa neblina que cubre la mayor parte del casco urbano del municipio. El 70% del territorio tiene una topografía accidentada con relieve irregular donde predominan las altas pendientes en diferentes zonas (cuadro 1).

Cuadro 2. Información sobre las Características generales de los municipios bajo estudio

Departamento	Municipio	Latitud (UTM)	Longitud (UTM)	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Chinandega	Somotillo-Villanueva	509234	1418045	0-300	26-29	500-1600
		504160	1423547			
Madriz	Las Sabanas	541478	1471650	1000-1735	18-26	200-400
		540425	1476492			
Managua	El Crucero	573357	1325835	720-945	22-28	1000-1500
		569669	1325686			
Granada	Nandaime	604632	1291519	103-261	23-29	900-1300
		604807	1289047			

Caracterización numérica y diversidad florística arbórea

Análisis estadístico. Las variables de las comunidades y de especies arbóreas fueron procesadas en hojas electrónicas y analizadas con SPSS (IBM Corp., 2010), InfoStat (Di Rienzo et al., 2014) e InfoGen (Balzarini et al., 2014). Se utilizaron estadísticos descriptivos, análisis univariados (ANDEVA, LSD) y multivariado (correspondencia, componentes principales y conglomerados).

Índices de diversidad florística arbórea. Los índices de diversidad se calcularon con la metodología de Orellana (2009) en hojas electrónicas Excel y corroborados en InfoGen.

Cálculo de riqueza específica (DMg). El índice de margaleff transforma el número de especies por muestra a una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Estima la diversidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes.

$$DM_g = \frac{S-1}{\ln N} \text{ Donde, } DM_g = \text{Riqueza específica de Margalef. } S = \text{número de especies. } \ln = \text{logaritmo natural. } N = \text{número total de individuos.}$$

Cálculo de diversidad de especies (H'). El índice de Shannon (Shanon-Wiener, Shanon-Weaver) se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

$$H' = \sum p_i^2 * \ln(p_i) \text{ Donde, } H' = \text{Diversidad de especies. } p = \text{proporción del número de individuos de la especie } i \text{ con respecto a } N. \ln = \text{logaritmo natural.}$$

Cálculo del Índice de Simpson (λ). El índice de Simpson, índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia, es uno de los parámetros que permiten medir la riqueza de organismos. Considera la diversidad de un hábitat, y toma un determinado número de especies en el hábitat y su abundancia relativa.

$$\lambda = \sum p_i^2 \text{ Donde, } \lambda = \text{Dominancia. } p_i = \text{abundancia proporcional de la especie.}$$

Cálculo de dominancia Berger Parker (D). El índice de dominancia Berguer-Parquer mide la dominancia de la especie o taxón más abundante, siendo su expresión.

$$D = \frac{N_{Max}}{N} \text{ Donde, } D = \text{Dominancia. } N_{max} = \text{número de individuos de la especie más abundante. } N = \text{número total de individuos en la comunidad.}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las UFP. El 60.5 % (n=365) de las UFP presentaron áreas inferiores a 5 manzanas (3.52 hectáreas), y un 29 % mostró áreas menores de una manzana con una agricultura de subsistencia (cuadro 1 y 3). Debido al alto grado de pobreza de las comunidades estudiadas, el mayor porcentaje de su producción agropecuaria es destinada al autoconsumo, y son pocos los pobladores que comercializan su producción. Debido a la cercanía a reservas naturales o reductos de bosques, las UFP tuvieron árboles forestales adultos con diferentes usos, por lo que se consideró la presencia de los mismos.

Cuadro 3. Estadísticos descriptivos básicos de las áreas (mz) de de 14 comunidades de cinco municipios de Nicaragua

Departamento	Municipio	Comunidad	UFP	Mínima	Máxima	Media	SD
Chinandega	Somotillo-Villanueva	Apacunca	15	0.20	125.00	14.97	21.58
		Aquespalapa	58	0.02	500.00	59.10	114.07
		El Jicote	34	0.25	210.00	69.18	72.17
Madriz	Las Sabanas	El Castillito	30	0.01	144.00	4.90	13.56
		El Pegador	29	0.25	400	23.78	63.69
		Nueva Esperanza	20	0.50	7.00	2.12	2.16
		Buena Vista	101	0.01	70.00	3.95	8.28
Managua	El Crucero	Las Pilas 2	68	0.01	430.00	17.75	63.03
		Santa Julia	31	0.01	500.00	12.80	52.08
		Daniel Teller	13	0.01	500.00	28.29	84.19
		El Callao	23	0.08	366.00	26.75	60.19
		Las Pilas 1	68	0.06	335.00	12.20	33.43
Granada	Nandaime	Nandarola	89	0.07	500.00	47.49	129.18
		San Mateo	25	0.04	80.00	15.66	17.73

UFP= Unidades Familiares Productivas, SD=Desviación Estándar

Situación de los bosques en las comunidades. En Chinandega y Managua se explotan las especies para leña, otras para madera y construcción; pero debido al bajo nivel de vida de las comunidades optan por utilizarlas para leña. En estas áreas cercanas a reservas naturales sobresale la agricultura y en menos grado la ganadería; los bosques han sufrido severos daños por lo que hay pocos árboles y animales.

En Aquespalapa, El Jicote y Apacunca (Chinandega), los árboles maderables y construcción han sido talados, producto del avance de la frontera agrícola, destrucción por incendios, ampliación de las áreas de cultivos como la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y maní (*Arachis hypogaea*) y ganadería intensiva en las grandes fincas, principalmente.

En Las Pilas 1 (El Crucero), también se observó el despale indiscriminado que realizan algunas personas con el objetivo de producir carbón de manera ilegal para abastecer a los mercados locales y de Managua.

Toval (2003), explica que del bosque seco quedan áreas relictas de lo que una vez cubrió grandes áreas en la región del Pacífico, producto de una ganadería y agricultura extensiva. Dichos bosques degradados suministran leña y madera a las comunidades, y el resto es comercializado.

La situación de los bosques en Nandarola y San Mateo, es muy similar a los casos antes mencionados. La mayo-

ría de las áreas boscosas de Nandarola fueron deforestadas y usadas en la producción agrícola de granos (frijoles, maíz, arroz) y áreas ganaderas. Los campos fueron recientemente abandonados y están siendo colonizados por un joven bosque secundario (Garmendia, 2011).

En las comunidades de Las Sabanas (cerca a la reserva natural Tepec-Xomolth La Patata), la cobertura forestal ha disminuido por el aprovechamiento de su madera y por la penetración desmedida en las zonas boscosas, cuyo propósito, es el de cultivar café bajo sombra. Asimismo, se observan nuevas áreas con bosque regenerado en sectores degradados que antes eran ocupadas por malezas compactas.

Sin embargo, aun en estas se encuentran algunas especies forestales como: encinillo (*Quercus spp.*), quebracho (*Lysiloma auritum*), madero negro (*Gliricidia sepium*), laurel (*Cordia alliodora*), robles (*Tabebuia rosea*), cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia spp.*), ceiba (*Ceiba pentandra*), entre otros (Alcaldía de Las Sabanas, 2007; citado por Calero, 2015).

El daño que presentan los bosques en las comunidades rurales estudiadas se pueden mencionar de mayor a menor daño: comunidades de Chinandega, El

Crucero, Nandaime y Las Sabanas.

Caracterización numérica

Análisis de Correspondencia. El análisis de correspondencia (ANARE) fue útil para la interpretación sencilla de la relación entre variables categóricas a través de un gráfico bidimensional. En la figura 2, se aprecia la relación de los principales usos que las comunidades rurales dan a las especies forestales.

Con un 61% de variación total (figura 2) el ANARE separó las comunidades de Las Sabanas y Somotillo-Villanueva. El 46% son utilizadas para leña (Mimosaceae, Fabaceae y Sterculiaceae) y el 28% son maderables y construcción (Mimosaceae, Melaceae, Boraginaceae). Sobresalen el madero negro (*Gliricidia sepium*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y tigüilote (*Cordia alliodora*) para leña. El guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), cedro (*Cedrela odorata*) y tigüilote (*Cordia alliodora*) para madera y construcción. Sánchez *et al.*, (2005), hacen referencias a estas familias y especies en la zona.

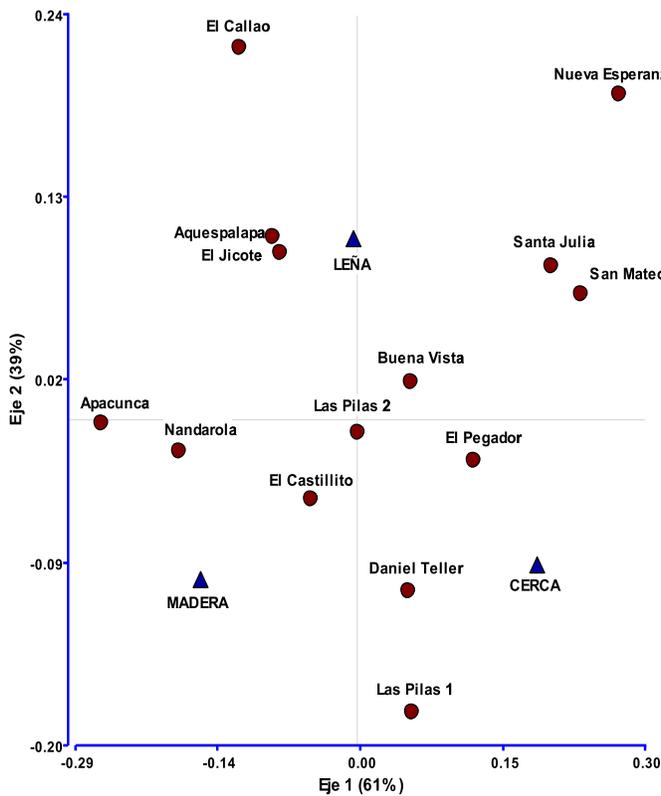


Figura 2. Asociación de 14 comunidades (•) de cinco municipios de Nicaragua considerando el uso de las especies (▲). N=3677.

Las comunidades y el uso de los árboles revelaron diferencias estadísticas ($p=0.001$, $r^2=0.92$, $g=26$) y LSD ($\alpha=0.05$). Sobresalen con un mayor número de muestras promedios: Nandarola (185 a), Las Pilas 1 (184 a), Buena Vista (176 a) y Las Pilas 2 (157 a), un grupo intermedio de cinco comunidades; San Mateo (45 c), El Callao (49 c), Daniel Teller (33 c), Nueva Esperanza (33 c) y Apacunca (30 c). En cuanto al uso de los árboles, las categorías estadísticas fueron: Leña (120.64 a), Madera (73.21 b) y Cerca (67.0 b). Muchos árboles son utilizados para leña, madera y construcción, y cercas (cuadro 5).

Análisis de Componentes Principales y Agrupamiento. El análisis de componentes principales (ACP) analizó la varianza total de las variables evaluadas, y agrupó en los primeros componentes principales el aporte de las variables con mayor desviación.

El análisis de agrupamientos (AA) o conglomerados es una técnica multivariada que relacionó comunidades con el objetivo de lograr homogeneidad en ellas y maximizar la diferencia entre ellas. En este caso fue comparada las comunidades considerando a las familias y especies de árboles como variables.

El ACP en los tres primeros componentes principales aislaron el 70% de varianza total, 12 familias arbóreas aislaron el 33% de la variación en el primer componen-

te (Meliaceae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Rhamnaceae, Apocynaceae, entre otras), siete familias representan el 20% de la variación total en el segundo componente (Bignoniaceae, Cupressaceae, Rutaceae, Tiliaceae, Verbenaceae, entre otras). De estas familias sobresalen las siguientes especies: Laurel (*Cordia alliodora*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Jiñoabo (*Bursera simaruba*), Madero Negro (*Gliricidia sepium*), y especies del género Acacia, entre otras.

El AA (figura 3), aisló tres grandes grupos considerando el número de especies y familias en las comunidades. El primer grupo conformado por Santa Julia, Las Pilas 1 y Las Pilas 2 (El Crucero, Managua); el segundo grupo por Buena Vista, Nueva Esperanza, El Pegador y el Castillito (Las Sabanas, Madriz); y el grupo de las comunidades de Somotillo-Villanueva.

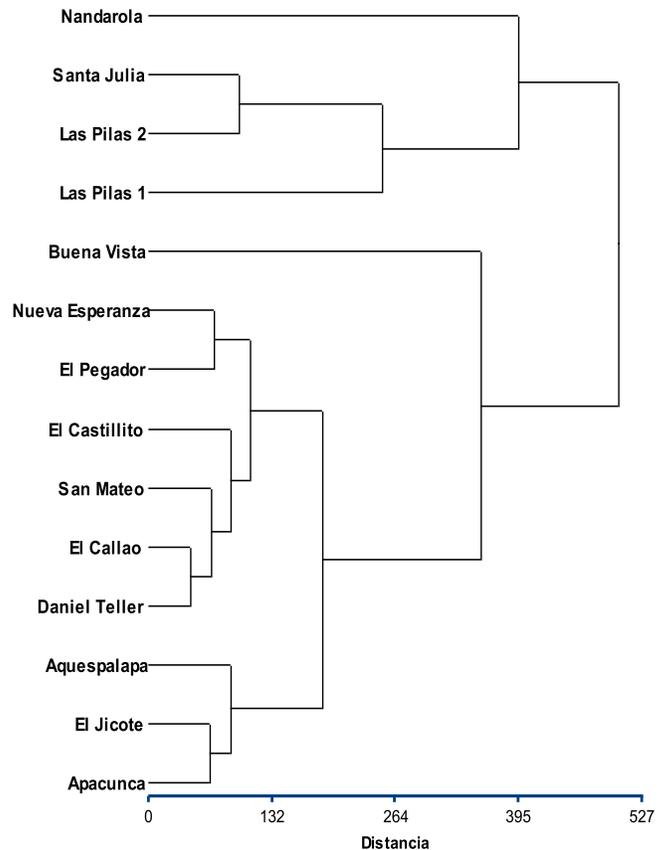


Figura 3. Relación de 14 comunidades de cinco municipios de Nicaragua considerando las especies de árboles. (CC=0.935, Ward y Euclídea). N=3677.

El Madero Negro (*Gliricidia sepium*), quebracho (*Lysiloma spp*), Roble (*Tabebuia rosea*), Roble encino (*Quercus segoviensis*), laurel (*Cordia alliodora*), entre otras, se identificaron en Las Sabanas, Madriz. Una especie relevante de esta zona fue el Pino u Ocoté (*Pinus oocarpa*). Salas (2003), reconoce a estas especies en el Sector Norcentral de la Región Ecológica II.

El Madero Negro (*Gliricidia sepium*), quebracho (*Lysiloma spp*), vainillo (*Caesalpinia nicaraguensis*), laurel (*Cordia alliodora*), entre otras, se destacan en El Crucero, Managua.

Las comunidades de Aquespalapa, El Jicote y Apacunca (Somotillo-Villanueva) estuvieron representadas en mayor parte por Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), el género *Cordia*, entre otras. Garmendia *et al.*, (2008) reporta al Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como una especie con el mayor Índice de Valor de Importancia en esta zona. Salas (2003), reconoce al Guácimo como una especie de avanzada en esta zona dentro de la Región Ecológica I.

Índices de diversidad

Índice de Margalef (MDg). La riqueza específica de las familias en las comunidades fue realizada a través del Índice de Margalef. El cuadro 4 muestra la sumatoria de la riqueza específica para cada comunidad. Los intervalos de confianza fueron de 44.13±27.90 (media±SD). Las Pilas 2 (4.27), Las Pilas 1 (4.10), Nandarola (4.04) y Buena Vista (3.95) presentaron la mayor riqueza (DMg) con valores totales de las comunidades superiores a 80 (cuadro 4). Ocho de las 14 comunidades obtuvieron riqueza inferior a 2.0.

Según Margalef (1995); citado por Orellana (2009), los índices inferiores a 2.0 son considerados como áreas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son indicativos de alta diversidad.

En las comunidades de Las Pilas 1 y Las Pilas 2 (El Crucero, Managua) se encontró la mayor riqueza de especies, y predominaron las Fabaceae, Mimosaceae y Caesalpinaceae con las especies más frecuentes: Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Madero Negro (*Gliricidia sepium*), y Vainillo (*Caesalpinia nicaraguensis*). Las Fabaceae, Mimosaceae y Sterculiaceae predominan en Nandarola (Nandaime, Granada) con las especies de Madero Negro (*Gliricidia sepium*), Chaperno (*Acacia adinocephala*) y Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*). Garmendia (2011), menciona que algunas de estas especies sirven de alimento y hábitat a la fauna silvestre en esta comunidad.

En Buena Vista sobresalieron las familias Bignoniaceae, Mimosaceae y Fagaceae, las cuales agrupan a las especies: Roble (*Tabebuia rosea*), Carbón (*Acacia penantula*) y Quebracho (*Lysiloma spp.*), Encino (*Quercus spp.*).

Índice de Shanon-Wiener (H'). El índice de Shanon calculado en Las Pilas 1, Nandarola, Las Pilas 2 y Santa Julia mostraron valores de abundancia proporcional de 2.55±0.30, con promedios de 3.05, 2.99, 2.82 y 2.82, respectivamente (cuadro 4), lo que determinó abundancia en estas comunidades. Martella *et al.*, (2012), afirma que valores superiores a 3 son catalogados como diversos.

El índice de Shanon dependió de manera directa de la abundancia de las especies encontradas en las diferentes comunidades y sus valores dependieron de los ambientes. Garmendia *et al.*, (2008), reporta un índice promedio de Shanon de 1.44 al comparar la composición, diversidad y estructura en diferentes transectos de muestreo en una comunidad; además obtuvo un promedio de 0.29 con el índice de Simpson.

Martella *et al.*, (2012), indica los valores de índice de Shanon están entre 1.5 y 3.5, raras veces sobrepasan los 4.5. Pla (2006), aduce que el índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

Índice de Simpson (λ). Los valores encontrados con este índice marcaron 0.11±0.03 en dominancia. Se puede observar en el Cuadro 4, a medida que λ aumentó la diversidad fue menor en Nueva Esperanza y El Castillito (λ=0.16), Aquespalapa y Apacunca (λ=0.14), y la abundancia es estas comunidades es reducida.

Este índice está fuertemente enfocado hacia las especies más abundantes de la muestra y es menos sensible a la riqueza de especies (Martella *et al.*, 2012). Lamprecht (1990); citado por Orellana (2009), considera que el valor mínimo para este índice es 1, lo que indica que no hay diversidad y la dominancia es alta.

Cuadro 4. Índices de diversidad florística arbórea calculados en 14 comunidades de cinco municipios de Nicaragua. N=3677

Departamento	Municipio	Comunidad	NF	NE	DMg	H'	λ	D
Chinandega	Somotillo	Aquespalapa	14	23	43.34	2.38	0.14	0.31
		El Jicote	12	22	30.29	2.45	0.12	0.23
		Apacunca	9	14	17.64	2.22	0.12	0.25
Madriz	Las Sabanas	El Castillito	13	16	27.02	2.13	0.16	0.31
		Buena Vista	22	33	80.98	2.56	0.12	0.27
		El Pegador	15	21	33.67	2.40	0.13	0.26
		Nueva Esperanza	12	15	18.93	2.16	0.16	0.27
Managua	El Crucero	El Callao	13	20	22.01	2.48	0.11	0.26
		Las Pilas 1	23	44	84.06	3.05	0.07	0.14
		Las Pilas 2	20	37	87.51	2.82	0.10	0.23
		Santa Julia	19	28	51.30	2.81	0.09	0.24
		Daniel Teller	17	25	13.20	2.77	0.08	0.22
Granada	Nandaime	Nandarola	23	44	82.82	2.99	0.08	0.21
		San Mateo	12	20	25.08	2.52	0.10	0.19

NF=Número de familias, NE=Número de especies (Riqueza). DMg=Índice de Margalef (Suma de la riqueza específica de cada especie), H'=Índice de Shannon-Wiener, λ=Índice de Simpson, D=Índice de Dominancia Berguer-Parker.

RECURSOS NATURALES

Índice de Berger-Parquer (D). En las comunidades estudiadas el índice $D=0.24\pm 0.05$. Los resultados de este índice fueron muy similares a λ en las comunidades estudiadas. El Cuadro 6 muestra el índice D para las primeras cinco especies localizadas en cada una de las comunidades. Los mayores índices D (Cuadro 4 y 6, $D=0.31$) lo obtuvieron el tiguilote (*Cordia dentata*) y mampas (*Lippia myriocephala*) en las comunidades de Aquespalapa (Villanueva, Chinandega) y El Castillito (Las Sabanas, Madriz), respectivamente.

Este índice expresa la importancia proporcional de las especies más abundantes, la dominancia varía entre 0-1, y cuando es más cercano a uno, la dominancia es mayor y menor la diversidad (Magurran, 1988; citado por Orellana, 2009). Las especies predominantes identificadas en las comunidades se muestran en el cuadro 5 y 6).

Cuadro 5. Uso de especies identificadas

Especie	Leña	Madera	Cerca	Especie	Leña	Madera	Cerca
<i>Acacia adinocephala</i>	X	X	X	<i>Erythrina</i> spp.	X		X
<i>Acacia collinsiis</i>	X			<i>Eucalyptus</i> spp.	X	X	X
<i>Acacia famesia</i>	X	X	X	<i>Ficus</i> spp.	X		X
<i>Acacia pennatula</i>	X	X	X	<i>Girocarpus americanus</i>	X	X	
<i>Acacia</i> spp.	X	X	X	<i>Gladiolo</i>			X
<i>Acidoton nicaraguensis</i>	X	X		<i>Gladiolo</i> spp.			X
<i>Albizia adinocephala</i>	X	X	X	<i>Gliricidia sepium</i>	X	X	X
<i>Albizia niopoides</i>	X	X	X	<i>Goethalsia meiantha</i>	X	X	X
<i>Albizia saman</i>	X	X	X	<i>Guazuma ulmifolia</i>	X	X	X
<i>Alibertia edulis</i>	X	X	X	<i>Hymenae courbaril</i>	X	X	X
<i>Andira inermis</i>	X	X		<i>Inga</i> spp.	X	X	X
<i>Azadirachta indica</i>	X	X	X	<i>Karwinskia calderonii</i>	X	X	X
<i>Bambusa</i> spp.		X		<i>Lasianthaea fruticosa</i>	X		
<i>Bombacopsis quinata</i>		X	X	<i>Leucaena leucacephala</i>	X	X	X
<i>Brosimum alicastrum</i>	X	X	X	<i>Lippia myriocephala</i>	X	X	X
<i>Bursera permollis</i>			X	<i>Liricidia sepium</i>			X
<i>Bursera simaruba</i>	X	X	X	<i>Lysiloma</i> spp.	X	X	X
<i>Byrsonima crassifolia</i>	X	X	X	<i>Maclura tinctoria</i>	X	X	X
<i>Caesalpinia exostemma</i>	X		X	<i>Manilkara chicle</i>	X	X	
<i>Caesalpinia nicaraguensis</i>	X	X	X	<i>Mastichodendrom camiris</i>	X	X	X
<i>Callycophyllum candidissimum</i>	X	X	X	<i>Myrospermum frutescens</i>	X	X	X
<i>Casimiroa sapota</i>		X		<i>Pehria compacta</i>	X		
<i>Cassia fistula</i>	X		X	<i>Persea schiedeana</i>	X	X	X
<i>Cassia grandis</i>	X			<i>Pinus oocarpa</i>	X	X	X
<i>Cecropia peltata</i>	X		X	<i>Piscidia grandifolia</i>	X	X	X
<i>Cedrela odorata</i>	X	X	X	<i>Pithecellobium</i> spp.	X	X	X
<i>Ceiba pentandra</i>	X	X	X	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	X	X	
<i>Chlorofora tinctoria</i>	X	X	X	<i>Platymiscium pinnatum</i>		X	
<i>Clusia flava</i>	X	X	X	<i>Quercus segoviensis</i>	X	X	X
<i>Cocoloba</i> spp.	X	X		<i>Quercus</i> spp.	X	X	X
<i>Cordia alliodora</i>	X	X	X	<i>Rhizophora</i> spp.	X	X	
<i>Cordia dentata</i>	X	X	X	<i>Senna septentrionalis</i>	X	X	X
<i>Cordia</i> spp.	X	X	X	<i>Simarouba amara</i>	X	X	X
<i>Couma macrocarpa</i>			X	<i>Spondias mombin</i>		X	X
<i>Couroupita nicaraguensis</i>		X	X	<i>Stemmadenia</i> spp.	X		X
<i>Crescentia alata</i>	X			<i>Sterculia apetala</i>		X	
<i>Croton niveo</i>	X	X	X	<i>Sweitenia humilis</i>	X	X	X
<i>Croton</i> spp.	X			<i>Sweitenia macrophylla</i>		X	
<i>Cupressus lusitanica</i>	X	X	X	<i>Tabebuia rosea</i>	X	X	X
<i>Dalbergia retusa</i>		X		<i>Tecoma stans</i>	X		X
<i>Diphysa americana</i>	X	X	X	<i>Tectona grandis</i>	X	X	X
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X	X	X	<i>Trema integerrima</i>	X		X

RECURSOS NATURALES

Cuadro 6. Dominancia de Berger-Parker de las cinco primeras por comunidad. N=3677

Comunidad	Nombre científico	Fi	%	D	Comunidad	Nombre científico	Fi	%	D
Aquespalapa	<i>Cordia dentata</i>	78	30.7	0.307	El Callao	<i>Gliricidia sepium</i>	31	26.3	0.263
	<i>Albizia saman</i>	27	10.6	0.106		<i>Cordia alliodora</i>	14	11.9	0.119
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	26	10.2	0.102		<i>Ficus</i> spp.	13	11	0.110
	<i>Albizia niopoides</i>	24	9.4	0.094		<i>Cedrela odorata</i>	9	7.6	0.076
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	24	9.4	0.094		<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	7.6	0.076
El Jicote	<i>Cordia dentata</i>	39	23.4	0.234	Las Pilas 1	<i>Lysiloma</i> spp.	79	14.3	0.143
	<i>Rhizophora</i> spp.	24	14.4	0.144		<i>Gliricidia sepium</i>	72	13	0.130
	<i>Albizia saman</i>	21	12.6	0.126		<i>Caesalpinia nicaraguensis</i>	60	10.8	0.108
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	21	12.6	0.126		<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	45	8.1	0.081
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	13	7.8	0.078		<i>Simarouba amara</i>	39	7	0.070
Apacunca	<i>Cordia dentata</i>	22	25	0.250	Las Pilas 2	<i>Gliricidia sepium</i>	109	23.1	0.231
	<i>Rhizophora</i> spp.	13	14.8	0.148		<i>Caesalpinia nicaraguensis</i>	63	13.4	0.134
	<i>Chlorofora tinctoria</i>	11	12.5	0.125		<i>Lysiloma</i> spp.	44	9.3	0.093
	<i>Albizia niopoides</i>	7	8	0.080		<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	34	7.2	0.072
	<i>Albizia saman</i>	6	6.8	0.068		<i>Cordia alliodora</i>	23	4.9	0.049
El Castillito	<i>Lippia myriocephala</i>	46	31.1	0.311	Santa Julia	<i>Gliricidia sepium</i>	65	23.6	0.236
	<i>Inga</i> spp.	29	19.6	0.196		<i>Cordia alliodora</i>	32	11.6	0.116
	<i>Tabebuia rosea</i>	17	11.5	0.115		<i>Tecoma stans</i>	16	5.8	0.058
	<i>Persea schiedeana</i>	12	8.1	0.081		<i>Guazuma ulmifolia</i>	15	5.5	0.055
	<i>Diphysa americana</i>	10	6.8	0.068		<i>Mastichodendrom camiris</i>	15	5.5	0.055
Buena Vista	<i>Tabebuia rosea</i>	145	27.4	0.274	Daniel Teller	<i>Gliricidia sepium</i>	22	22	0.220
	<i>Acacia pennatula</i>	64	12.1	0.121		<i>Caesalpinia nicaraguensis</i>	8	8	0.080
	<i>Lippia myriocephala</i>	49	9.2	0.092		<i>Cordia alliodora</i>	8	8	0.080
	<i>Quercus</i> spp.	49	9.2	0.092		<i>Lysiloma</i> spp.	8	8	0.080
	<i>Diphysa americana</i>	33	6.2	0.062		<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	7	7	0.070
El Pegador	<i>Quercus segoviensis</i>	49	25.5	0.255	Nandarola	<i>Gliricidia sepium</i>	116	21.2	0.212
	<i>Acacia pennatula</i>	34	17.7	0.177		<i>Chlorofora tinctoria</i>	54	9.9	0.099
	<i>Lysiloma</i> spp.	23	12	0.120		<i>Acacia adinocephala</i>	46	8.4	0.084
	<i>Diphysa americana</i>	12	6.3	0.063		<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	39	7.1	0.071
	<i>Gliricidia sepium</i>	11	5.7	0.057		<i>Callycophyllum candidissimum</i>	33	6	0.060
Nueva esperanza	<i>Quercus segoviensis</i>	27	27.3	0.273	San Mateo	<i>Cordia dentata</i>	25	18.5	0.185
	<i>Acacia pennatula</i>	24	24.2	0.242		<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	20	14.8	0.148
	<i>Lysiloma</i> spp.	14	14.1	0.141		<i>Gliricidia sepium</i>	19	14.1	0.141
	<i>Gliricidia sepium</i>	5	5.1	0.051		<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	12.6	0.126
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	5	5.1	0.051		<i>Acacia collinsiis</i>	11	8.1	0.081

Fi=Frecuencia, %=Porcentaje, D=Índice Berger-Parker

CONCLUSIONES

La mayoría de las Unidades Familiares Productivas (UFP) estudiadas en las comunidades rurales presentaron una agricultura de subsistencia, poca ganadería y deficiente conservación del bosque. De igual manera, se benefician de algunas especies de árboles, el uso está condicionado al área y las condiciones de vida familiar.

Las herramientas multivariadas sirvieron para detectar la importancia de las familias, géneros y especies arbóreas de mayor predominancia e importancia en la variación total, por lo que pueden ser utilizadas para comparar las áreas en las comunidades que presenten estos recursos forestales, así como relacionar con algunos índices de la diversidad florística arbórea.

Las comunidades con mayor riqueza específica y diversidad fueron Las Pilas 2, Las Pilas 1, Nandarola, Buena Vista y Santa Julia. Dichas comunidades están cerca o dentro de los últimos reductos de bosque de áreas protegidas.

En las comunidades se identificaron 84 especies de árboles, congregadas en 66 géneros y éstos en 38 familias. Sobresalieron las familias Mimosaceae, Fabaceae, Boraginaceae, Bignonaceae y Caesalpiniaceae; así como los géneros *Gliricidia*, *Cordia*, *Lysiloma*, *Acacia* y *Enterolobium*.

Las especies de mayor abundancia fueron: *Gliricidia sepium*, *Lysiloma* spp., *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora*, *Cordia dentata*, *Caesalpinia nicaraguensis*, *Guazuma ulmifolia*, *Acacia pennatula*, *Cedrela odorata*, *Lippia myriocephala*, *Chlorofora tinctoria*, *Simarouba amara*, *Quercus segoviensis*, *Albizia saman*, *Diphysa americana*, *Acacia adinocephala*, *Callycophyllum candidissimum* y *Pinus oocarpa*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Barojas S. 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco. Vol. 11. Núm. 1-2, enero-agosto. Secretaria de Salud del Estado de Tabasco. México. pp. 333-338.
- Balzarini MG; Di Rienzo, JA. InfoGen versión 2014. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Consultado 2 abr. 2016. Disponible en <http://www.info-gen.com.ar>.
- Benavides, A; Morán, JC. 2013. Análisis numérico de características básicas de Unidades Familiares Productivas (UFP) en nueve comunidades rurales de Nicaragua. UNA, Managua, Nicaragua. La Calera 13 (21): 101-109.
- Calero, ChE. 2015. Características básicas de Unidades Familiares Productivas en las comunidades de Nueva Esperanza y Buena Vista, en la Reserva Natural Tepec-Xomolth La Patasta, Las Sabanas, Madriz. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Managua NI. Universidad Nacional Agraria. 100 pp.
- Del Río, M; Montes F; Cañellas I; Montero G. 2003. Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales 2003. Invest. Agrar.: Sist. Recur. For. 12 (1), 159-176. Consultado 2 abr. 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Miren_Rio2/publication/28061992_ndices_de_diversidad_estructural_en_masas_forestales/links/0deec51c3fa0f63666000000.pdf.
- Di Rienzo JA; Casanoves F; Balzarini MG; González L; Tablada M; Robledo CW. 2014. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Consultado 2 abr. 2016. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>.
- Garmendia, M; JB Quezada; HA Machado; EM Epinales. 2008. Composición, diversidad, estructura e importancia de las especies arbóreas y palmas del bosque seco de la finca "Rosita", reserva natural estero Padre Ramos, Chinandega, Nicaragua. UNA, Managua, Nicaragua. La Calera 8 (11): 66-73.
- Garmendia, M. 2011. Monitoreo de la fauna silvestre en bosque tropical seco secundario, Nandarola, Nandaime, Nicaragua. UNA, Managua, Nicaragua. La Calera 9 (12): 24-32.
- Gijalva PA. 2006. Flora útil: Etnobotánica de Nicaragua. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). Consultado 2 abr. 2016. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Flora%20Util%20en%20Nicaragua.pdf.
- Glowka, LF; JA Burhenne-Guilmin; McNeely & Günding. 1994. A guide to the Convention on Biological Diversity. Environmental Police and Law, Paper No. 30. Unión Mundial para la Naturaleza. The Burlintong Press, Reino Unido. 161 p.
- González, RB; Castro G. 2011. Factores a considerar en la regeneración natural del bosque Tropical seco en Nicaragua. UNA, Managua, Nicaragua. La Calera 11 (16): 5-11.
- IBM Corp. Released 2010. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 19.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- MAG-FOR (Ministerio de Agricultura y Forestal). 1999. Regionalización Biofísica para el desarrollo Agropecuario del departamento de Chinandega. Managua, Nicaragua. 162 p.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 1999. Biodiversidad en Nicaragua: Un estudio de país. MARENA-PANIF. 1a. Ed. 469 p.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). MARENA / INAFOR. 2002. Guía de Especies Forestales de Nicaragua/ Orgut Consulting AB1aEd. Managua, Nicaragua, Editora de Arte, S.A. junio, 2002. 304. Consultado 2 abr. 2016. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/descargas/estudios/Gu%C3%ADa%20de%20Especies%20Forestales.pdf>.
- Martella, M; Trumper EV; Bellis LM; Renison D; Giordano PF; Bazzano G; Gleiser RM. 2012. Manual de Ecología. Evaluación de la biodiversidad. REDUCA (Biología), Vol 5, No. 1. Consultado 2 abr. 2016. Disponible en <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/917/928>.
- Orellana, LJ. 2009. Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 49 pp. Consultado 2 abr. 2016. Disponible en <http://www.posgradosfor.umss.edu.bo/boletin/umss/05%20PASANTIAS/6%20pasantia.pdf>.
- Pedroni, L; Morera M. 2002. Biodiversidad: el problema y los esfuerzos que se realizan en Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. Serie técnica. Informe técnico. CATIE: no 329. Consultado 2 abr. 2016. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A4157E/A4157E.PDF>.
- Pérez, E; Bonilla E; Díaz E. 2013. Composición florística del bosque ripario en la microcuenca La Laguneta, municipio de Pueblo Nuevo, Estelí. Managua, Nicaragua. La Calera 14 (23): 84-88.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza Interciencia. Consultado 2 abr. 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911906>.
- Querol, LD; Benavides AN, Cisne JD; Morán JC; Nieto FN; Schuppenlener RT; Yepes F. 2014. Cambiando Mentes y Estructuras: Manual del Curso Diagnóstico Participativo Integral Rural. 1ª. Edición. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 200 p.

- Salas, JB. 1993. Árboles de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). 390 pp.
- Sánchez, M; Harvey C; Grijalva A, Medina A; Hernández S. 2005. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. *Revista Biología tropical*. Universidad de Costa Rica. Vol. 53, no. 3-4, p. 387-414. Consultado 12 abr. 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44918947024>.
- Silva, Z; Salgado OD; González BR. 2008. Evaluación de la capacidad de rebrotes de dos especies arbóreas en el bosque tropical seco en Nandarola, Pacífico Sur. Managua, Nicaragua. *La Calera* 8(11):57-61.
- Toval, AH. 2003. Hacia una silvicultura sostenible en el trópico seco: el caso de la Finca Piedra Rala, Nicaragua. *Ecosistemas* 2003/2. Consultado 12 abr. 2016. Disponible en <http://www.aect.org/ecosistemas/032/informe2.htm>.