

Aporte de hojarasca en la estación de monitoreo de biodiversidad, Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual.

Díez-Alonso Maria Fernanda* & Correa-Munera Marco A**

**Bióloga con Énfasis en Biorrecursos. Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de la Amazonia*

***Docente programa de biología, Director jardín Botánico Uniamazonia, herbario HUAZ*

Recibido, 2 de Diciembre 2005; aceptado 15 de Enero de 2006

Resumen

Se estimó la producción de hojarasca total, en la estación de monitoreo de biodiversidad del Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual (CIAM), la cual abarca diferentes tipos de cobertura. Se utilizaron 20 trampas de 1m² para coleccionar el material caído, se cuantificó mensualmente entre abril y septiembre de 2008. La hojarasca se llevó al laboratorio del herbario HUAZ, se separó en hojas, ramas, flores y material no identificado, se pesó en fresco y seco. Se tomaron además datos climáticos como precipitación, temperatura y humedad relativa. La producción de hojarasca fue de 4.8 Mg/ha/año; representadas en hojas 70%, ramas 13.5%, flores 0.27% y material no determinado 16.25%. Las hojas se determinaron hasta el nivel de familia, género y morfoespecies para las no determinadas. No se encontró una diferencia significativa en la producción de hojarasca en las diferentes coberturas durante el periodo de estudio. A las 6 especies con mayor aporte de hojarasca se le analizaron los macronutrientes como N, P, K y C.

Palabras clave: Biomasa, Bosque Intervenido, Hojarasca, Macronutrientes.

Abstract

The production of total trash, the Center of Amazon Investigations Macagual (CIAM), different types of coverings. Using 20 traps to collect the fallen material, it was quantified monthly between April and September of 2008. The trash was taken to the laboratory of the herbal HUAZ, he separated in leaves, branches, flowers and not identified material, the seeds one didn't keep since in mind he made part of another study, it was weighed fresh and I dry off. To this production he was related with the precipitation, temperature and relative humidity. The trash production was of 4.8 Mg/ha/año; represented in leaves 70%, branches 13.5%, flowers 0.27% and material not determined 16.25%. The leaves were not determined until the family level, gender and morfoespecies for those certain. He was not a significant difference in the trash production in the different coverings and for the period of study. The species with more trash contribution were analyzed the macronutrients like N y C.

Words key: Biomass, Intervened Forest, Trash, Macronutrients.

Introducción

El bosque húmedo tropical es el más rico y productivo de la superficie terrestre del planeta, donde éste cubre únicamente un 6% pero es hábitat de más del 50% del total de especies de plantas y animales del mundo. Además es el tipo de ecosistema más complejo de la tierra en términos de su estructura y diversidad de especies (Ortíz 1992).

En Colombia los bosques húmedos tropicales son un ejemplo de circulación y ciclaje de nutrientes, y su exuberancia está dada por el mismo proceso anterior, donde el Caquetá presenta interacción de especies vegetales, producción de hojarasca y las poblaciones de organismos en el suelo donde estas se relacionan estrechamente mediante actividades continuas de descomposición y transformación (Malagón *et al*

1993). Siendo la hojkarasca la principal fuente de nutrientes del suelo forestal (Vitousek & Sanford 1986).

La explotación inadecuada del bosque, el incremento de la presión humana, el reemplazo de estos bosques por sistemas agrícolas, y el uso de los suelos para la ganadería, han hecho que las tierras pierdan su capacidad productiva natural y pasen a ser sistemas altamente degradados con consecuencias negativas, como la pérdida de biodiversidad (Malagón *et al.* 1993).

Por lo tanto, los cambios microclimáticos en los fragmentos de bosques podrían afectar la producción y descomposición de hojarasca, y también al aporte de macronutrientes, a mayor velocidad del viento, aumenta la producción de hojarasca (Huber & Oyarzún 1983), las tormentas aumentan la caída de ramas y el stress hídrico produce un aumento en la caída de hojas (Bray y

‡Autor para correspondencia, E-mail: vrinvestigaciones@uniamazonia.edu.co

Gorham 1964). En la presente investigación se tuvo en cuenta las coberturas vegetales y cómo es la dinámica de caída de hojarasca.

En el presente estudio se determinó el aporte de hojarasca de cada una de las especies vegetales por los diferentes tipos de cobertura y se cuantificó el contenido de nutrientes (N y C) de las especies con mayor aporte de hojarasca, en el ecosistema.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La investigación se efectuó en la estación de monitoreo de biodiversidad, Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual de la Universidad de la Amazonía, ubicada a 20 kilómetros al sur de Florencia (Caquetá-Colombia), vereda El Venado con coordenadas geográficas 1° 37' N - 75° 36' W, altura de 280 msnm, temperatura media de 26 °C, precipitación anual de 3600 mm y humedad relativa de 85% (MACAGUAL 2008).

De acuerdo a Holdridge (1982) el área de estudio se incluye en la zona de vida de bosque muy húmedo tropical (bmh-T). Esta área presenta diferentes tipos de cobertura vegetal como fragmentos de bosque, pasturas convencionales y sistemas agroforestales (CORPOICA 2001), en los cuales se instaló la Parcela Permanente de Monitoreo de Biodiversidad (PPMB) en el año 2008.

La PPMB consta de un área de 1ha (500m x 20m), en ella se presenta la cobertura vegetal:

Bosque intervenido, borde de bosque, bosque ripario, rastrojo alto, y arreglo agroforestal.

Toma de Muestra: Para la estimación del aporte de hojarasca se utilizó la metodología de Higuera y Martínez (2006), en la cual se utilizaron 20 trampas cuadradas de fibra de tula de 1 m² a una altura de 10cm. Para reducir la posibilidad de que el agua se acumule en las mismas. Figura 1.



Figura 1. Trampas colectoras de hojarasca en el Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual (CIAM) en la parcela permanente de biodiversidad Macagual.

Se ubicaron cuatro trampas en posición horizontal con respecto al dosel en cada una de las coberturas vegetales.

Cada quince días según la metodología de (Donoso (1993), Lienlaf (1996), Salazar (1998) y Burquez *et al* (1999)), y por un periodo de seis meses de abril a septiembre (periodo de lluvia según Macagual 2008) se colectó el material caído a las trampas. Se separaron las ramas, flores, frutos y hojas y se agruparon de acuerdo a morfo especie, y fragmentos no identificados (Del valle 2003). Las semillas colectadas se separaron para el estudio de lluvia de semillas, lo cual hace parte de otro estudio.

Determinación de biomasa: el material colectado se pesó en fresco y luego se secó a una temperatura de 60°C hasta peso constante para ver el contenido de humedad y la cantidad de biomasa, según Donoso (1993).

Relación con la precipitación: Los datos climáticos como temperatura, precipitación y humedad relativa fueron obtenidos del Centro de investigación Macagual, de la estación meteorológica, por un periodo de seis meses de muestreo.

Determinación de las Especies: Para la determinación de cada una de las muestras de hojas colectadas se utilizaron claves taxonómicas tales como: Steyermark (1974), Gentry (1993), Ribeiro *et al.* (1999), Mendoza *et al.* (2004) y Mendoza & Ramírez (2006). Se contó con la ayuda de los docentes conocedores de flora. Además se colectaron muestras botánicas para la posterior determinación de los folíolos, y se tuvo en cuenta las colecciones del herbario HUAZ. Las colecciones se depositaron de acuerdo con el protocolo del Herbario de la Universidad de la Amazonia (HUAZ), ajustado a normas internacionales para colecciones Botánicas.

Sin embargo la ausencia de claves específicas para la determinación de los folíolos hace necesario la colección de más ejemplares botánicos para ampliar la colección de referencia.

Análisis de nutrientes: para el análisis de la hojarasca, se tuvo en cuenta la técnica de Kjeldahl para la cuantificación del nitrógeno (López & López 1990; Rodríguez & Rodríguez 2002), el carbono orgánico, se realizó mediante análisis físico, proceso de incineración, Para P por el método de colorimetría y k por espectroscopia de absorción atómica.

Análisis Estadísticos: Para evaluar diferencias significativas de caída de hojarasca entre las

diferentes coberturas y los meses estudiados se aplicó la prueba de Kruskal – Wallis por medio del programa estadístico XLSTAT versión 2007. Con la información obtenida se evaluó la abundancia (Villareal *et al*, 2004), la diversidad (Índice de Shannon-Wiener propuesto por Magurran 1988), riqueza (Índice de Margalef), para estimar diferencias en la composición de especies durante los meses de muestreo y entre coberturas (Índice de Jaccard) (Villareal *et al*, 2004) y frecuencia relativa.

Resultados y Discusión

La producción total de hojarasca fue de 4.755.9 g que equivalente a 20m² por semestre. Para cada uno de los componentes de la hojarasca, nos da un reporte de 3.325.3 g (70%) hojas, seguido por tallos 644.7 g (13.5%), flores 12.9 g (0.27%) y material no identificado 776.1 g (16.25%) el mayor aporte de biomasa son las hojas con 70% como lo afirma Bray & gorham (1964) que oscila entre 65% y 80% en hojas. Cabe resaltar que en este estudio no se tuvo en cuenta la caída de frutos y semillas ya que hacia parte de otro estudio, lo cual aumentaría la biomasa aportada al bosque en ± 0.85% en flores y ± 0.56% en semillas según Jordan (1983).

Teniendo en cuenta que la producción de hojarasca es constante, y no hay variación en la caída de hojarasca con el clima se extrapola la producción total de hojarasca en las trampas a millones de gramos (Mg), por hectárea y por un año da un resultado de 4.8 Mg/ha/año. Los resultados de hojarasca total en este estudio son inferiores a los reportados por (Jordan, 1983) para bosque húmedo tropical que oscilan entre 7 y 15 Mg/ha/año, de materia seca. Como también son inferiores para bosque fragmentados en la sabana de Bogotá con un reporte de 6.39 Mg/ha/año que lo reporta Cruz (2001). Aún sigue siendo inferior los datos obtenidos en esta investigación comparados al estudio hecho por Valverde *et al* (1980) en las proximidades del río Amazonas límites con el Perú, con un aporte de 10.300 Kg/ha/año y nuestro resultado lo extrapolamos a Kg/ha/año da un aporte de 4755.9 Kg/ha/año.

Hay que resaltar que la inferioridad en los resultados en la productividad de hojarasca de Jordan, (1983) está reportado para el año, lo contrario se da en este estudio (seis meses), que no se registran la totalidad de las épocas del año, en las que presentan incrementos en temporadas secas, con menor precipitación, (Malagón *et al*,

1993), mientras que en este estudio solo se tomaron los meses de abril-septiembre donde la precipitación es bastante alta, Tabla 1.

Otras de las razones por la cual son inferiores los resultados en la caída de hojarasca es porque la cantidad y la calidad de biomasa varía con el tipo de bosque, con las especies presentes y con las proporciones existente de árboles de hojas deciduas o caducas como lo afirma (Malagón *et al* 1993).

Tabla 1. Relación de precipitación por Malagón *et al* 1993 y los datos obtenidos en el estudio.

Meses	Precipitación (mm)	
	Malagón <i>et al</i> (1993)	Precipitación (mm) obtenida
Abril	478	286
Mayo	192	533
Junio	310	372
Julio	192	289
Agosto	192	250
Septiembre	192	194

Producción de hojarasca y relación con microclima. La precipitación promedio por mes reportada para el Caquetá está en 192 mm, la cual disminuye en los meses de diciembre a marzo, tiene un ligero aumento en los meses de octubre a noviembre en toda la región, y los meses más lluviosos es abril (478 mm) y junio con (310 mm), donde los meses de abril a junio tienen el incremento de la precipitación y por ende disminuye la producción de hojarasca (Malagón *et al* 1993, Arenas 1995, Vargas & Varela 2002)

Durante el periodo de estudio se encontró que la precipitación en los meses de abril a agosto fue de 346 mm promedio lo cual fue superior a 192 mm que es el promedio mensual, y en septiembre fue inferior de todos los datos encontrados (tabla 1). Los resultados obtenidos concuerdan con lo dicho por Escobar *et al* (1986) ,quien afirma que en el bosque de piedemonte del Caquetá, se produce una mayor cantidad de hojarasca en el periodo menos lluvioso y en el mes con menor precipitación (septiembre 194 mm), se obtuvo mayor caída de hojarasca como lo propone (Brown & Lugo 1982, Arenas 1995, Vargas & Varela 2002, Schuur 2003, Quinto *et al* 2007) y mayor pluviosidad menor aporte de hojarasca lo cual afecta el ciclo de nutrientes y la disponibilidad de estos en las plantas.

Según la prueba de Kruskal – Wallis no hubo diferencias significativas entre la producción de hojarasca en los diferentes tipos de coberturas, unas de las razones son porque muchas de las

especies existentes se encuentran en varias coberturas vegetales como propone Quinto *et al* (2007).

La mayor cantidad de hojarasca aportada por cobertura y por meses son: julio agroforestal, 301,3 g (6,33%), septiembre rastrojo alto, 245,73 g (5,16%), mayo agroforestal, 239,73g (5,04%), julio borde de carretera, 237g (4,98%), agosto borde de carretera, 235,93g (4,96%), y septiembre agroforestal con un aporte de 223,77g (4,70%). La cobertura con menor productividad fue bosque intervenido en el mes de junio con 59,2 g (1.24%), seguido por bosque ripario en el mes de julio, 75g (1.57%). Estos datos nos muestra que las zonas más abiertas (claros) tiene mayor aporte de hojarasca en el caso de la cobertura agroforestal y rastrojo y las menos abiertas como el caso de bosque intervenido y bosque ripario va a producir menor cantidad de hojarasca.

Las especies que aportaron mayor biomasa en

hojas fueron: *Bellucia grossolarioides*, 811 g (17.05%), seguido por *Miconia* sp, 268 g (5.63%), *Piptocoma discolor*, 225 g (4.73%), *Solanum grandiflorum*, 221 g (4.64%), *Ocotea inmersa*, 177 g (3.73%), *Pouroma* sp, 126 g (2.64%), *Schefflera morototoni*, 111 g (2.33%), *Jacaranda copaia* 88.4 g (1.85%), y *Cratilia argétea* con 65 g (1.37%). La familia que aportó mas biomasa fue MELASTOMATACEAE con los géneros *Bellucia* y *Miconia* debido a que sus hojas son de gran tamaño y por ende genera más peso y biomasa al suelo, donde el hábito de crecimiento puede influir en la biomasa como lo indica Cruz 2001. Otro de los motivos por el cual la producción de hojarasca se diferencia en meses por familias o géneros se debe por la fenología como lo indica (Vargas & Varela 2002), la segunda familia que aporta gran cantidad de hojarasca es LAURACEAE, seguido por ASTERACEAE, BORAGINACEAE, FABACEAE, ANNONACEAE Y BIGNONIACEAE, (Tabla 2)

Tabla 2. Producción de hojarasca total de familias y especies presentes en la PPMB de Macagual

Familia	Especie	Biomasa total (g)
ASTERACEAE	<i>Piptocoma discolor</i>	224.78
	<i>Mikania</i> sp	14.30
ARISTOLOCHACEAE	<i>Aristolochia</i> sp	5.35
ANACARDIACEAE	<i>Astronium</i> sp	51.18
APIACEAE/ARALIOIDE	<i>Schefflera morototoni</i>	110.50
ANNONACEAE	<i>Annona</i> sp	44.10
	<i>Unonopsis</i> sp	1.80
	<i>Bocageopsis multiflora</i>	22.90
	<i>Guatteria megalophylla</i>	58.44
	<i>Mendoncia hoffmannseggiana</i>	0.30
ACANTHACEAE	<i>Duguetia pycrostera</i>	9.19
APOCYNACEAE	<i>Blepharodon nitidum</i>	10.15
OLACACEAE	Morfoespecie 4	0.10
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda copaia</i>	88.43
	<i>Arrabidea</i> sp	17.70
	<i>Spatodea campanulata</i>	17.50
BURSERACEAE	<i>Dacryoides</i> sp	8.00
	<i>Protium subserratum</i>	64.60
BORAGINACEAE	<i>Cordia</i> sp	6.60
	<i>Pouroma</i> sp	125.51
	<i>Cecropia</i> sp	65.90
CLUSIACEAE	<i>Vismia baccifera</i>	11.30
COMBRETACEAE	morfoespecie 8	0.90
CHRYSOBALANACEAE	<i>Crysoalanus venezuelanus</i>	12.53
DILLENACEAE	<i>Davilla</i> sp	74.26

Continuación... Tabla 2. Producción de hojarasca total de familias y especies presentes en la PPMB de Macagual

Familia	Especie	Biomasa total (g)
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea trinervia</i>	9.30
	<i>Micandra</i> sp	21.35
	<i>Sapium</i> sp	3.80
	<i>Estoria</i> sp	1.00
ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea syandra</i>	8.90
MALVACEAE/STERCULIOIDEAE	morfoespecie 10	9.90
FABACEAE	<i>Bauhinia guianensis</i>	29.35
	<i>Parkia igneiflora</i>	28.00
	<i>Erythrina poeppigiana</i>	12.00
	<i>Inga</i> sp	24.25
	<i>Inga grandiflora</i>	4.60
	Papilionoidae	1.20
	<i>Zygia longifolia</i>	7.87
	<i>Cratilia argentea</i>	64.80
	<i>Paullinia serjaniifolia</i>	5.11
	<i>Dialium</i> sp	1.30
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia arborea</i>	17.30
	<i>Casearia javitensis</i>	2.10
	<i>Casearia manausensis</i>	6.05
ICACINACEAE	morfoespecie 12	4.30
	<i>Rhodostemanodaphne</i> sp	22.70
LAURACEAE	morfoespecie 1	7.60
	<i>Ocotea immersa</i>	176.64
	<i>Pleurothyrium vasquezii</i>	51.90
	<i>Aniba ubicaria</i>	21.20
	<i>Persea</i> sp	20.40
	<i>Licaria</i> sp	16.70
LORANTACEAE	<i>Miva</i> sp	21.70
	<i>Phoradendrom</i>	73.15
	<i>Phturusa</i> sp	21.00
MORACEAE	morfoespecie 2	19.70
	morfoespecie 3	27.10
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia duckei</i>	22.00
	<i>Miconia centrodesma</i>	18.00
	<i>Miconia</i> sp	227.37
	<i>Bellucia grossolarioides</i>	810.95
	<i>Miconia carasana</i>	38.70
	<i>Maieta</i> sp	20.42
MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> sp	26.80
	<i>Eugenia</i> sp	2.80
	<i>Psidium guajava</i>	4.10
MENISPERMACEAE	<i>Abuta grandifolia</i>	8.90
MELIACEAE	<i>Guarea</i> sp	5.60
MYRISTICACEAE	<i>Virola</i> sp	16.00

Continuación... Tabla 2. Producción de hojarasca total de familias y especies presentes en la PPMB de Macagual

Familia	Especie	Biomasa total (g)
NYGTAGINACEAE	morfoespecie 5	1.90
	morfoespecie 11	0.70
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora</i> sp	0.80
POLYGONACEAE	morfoespecie 7	4.20
ROSACEAE	morfoespecie 6	0.80
RUBIACEAE	<i>Foramea</i> sp	1.00
	<i>Palicourea lascianta</i>	24.60
	<i>Warscewizia</i> sp	3.60
	<i>Remija</i> sp	2.90
SAPOTACEAE	<i>Coussearea</i> sp	7.90
	<i>Pouteria manausence</i>	5.40
	<i>Pouteria</i> sp	25.40
SOLANACEAE	<i>Solanum grandiflorum</i>	220.90
SAPINDACEAE	<i>Cupania scrobiculata</i>	2.50
VITACEAE	morfoespecie 4	12.67
VIOLACEAE	<i>Rinorea</i> sp	8.80
VERBENACEAE	<i>Vitex orinoscence</i>	6.90

La producción de tallos es el segundo componente en aportar más biomasa en comparación a las hojas como lo afirma (Quinto *et al* 2007).

No se encontró estadísticamente diferencias en el aporte de tallos en los diferentes meses y las distintas coberturas vegetales. El aporte generado por las flores (0.27%) es muy mínimo comparado con las hojas, la baja cantidad de flores puede deberse también a la fenología de las plantas y la alta precipitación. La hojarasca colectada se clasificó así: 40 familias con 67 géneros y 88 especies, las especies que no se logró determinar hasta género se dejaron en morfoespecies, correspondiente a 12 familias como morfoespecies, dando un total de 100 morfoespecies. La familia que presentó más especies fue FABACEAE con diez, seguido por LAURACEAE con seis especies.

El índice de similitud de Jacard muestra que la cobertura de menor similitud en producción de hojarasca en morfoespecies, géneros y especies, por meses da un porcentaje de 16% formando dos grandes grupos entre agosto de bosque intervenido con septiembre en bosque intervenido con un 20%, el segundo grupo es de abril de borde de bosque con septiembre en la cobertura de rastrojo. El mes que más similitud presenta es julio bosque ripario y mayo bosque ripario con un 60% (Figura 3)

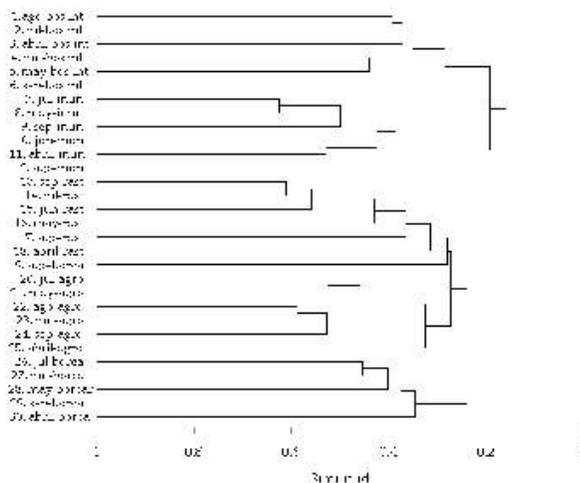


Figura 3. Dendrograma de agrupamiento de las áreas con respecto a morfoespecies, familias y géneros de hojas, con base en el índice de similitud de Jacard.

Las coberturas con mayor similitud de especies presentes durante el periodo de estudio fue la cobertura de bosque ripario con el bosque intervenido con un 31 %, y la que menor similitud presentó fue la cobertura agroforestal con el bosque intervenido con un 8%, esto se debe por dos razones. La primera la cobertura de bosque intervenido con el bosque ripario queda a pocos metros de distancia. El bosque ripario comparte algunas características con la diferencia de la presencia de agua. La segunda la cobertura

agroforestal presenta plantas muy diferentes a las de bosque intervenido, y la distancia entre estas dos coberturas es considerable.

La especie con mayor frecuencia de acuerdo a la presencia en las coberturas y por los meses fue *Bellucia grossularioides* con un 36% seguido por *Miconia* sp con el mismo 36% y la especie *Piptocoma discolor* con un 23% y *Jacaranda copaia* cada uno, esto indica que la familia MELASTOMATACEAE se encuentra a lo largo de toda la zona de estudio es decir en las cinco coberturas vegetales y durante el periodo de los seis meses, esto permite decir que esta familia tiene un gran potencial de restauración.

La mayor riqueza presentada en las coberturas respecto al tiempo fue: junio en la cobertura agroforestal con 27 especies y la menor con una riqueza de 11 en el mes de julio en el bosque ripario, esto puede ser debido a que las plantas en la cobertura agroforestal estaban mas en el tiempo de caída de sus hojas comparado a las plantas presentes en la cobertura del bosque ripario, pero la riqueza total por coberturas, sin tener en cuenta los meses, el bosque intervenido con el bosque ripario son los que contiene mayor riqueza (44 especies cada uno) respecto a la cobertura de rastrojo alto con 25 especies.

Nitrogeno y carbono. En la Tabla 3, se presentan los contenidos de N y C en las hojas de la hojarasca que aportaron considerable cantidad de biomasa durante el periodo de estudio.

Tabla 3. Concentración de N y Ca en las hojas de hojarasca que más biomasa aportaron.

Especie	N% total	Ca mg
<i>Bellucia</i>	1.68	971.70
<i>Cratilia argentea</i>	2.45	1120.40
<i>Jacaranda copaia</i>	2.24	999.80
<i>Ocotea immersa</i>	1.47	970.20
<i>Piptocoma discolor</i>	2.03	934.10
<i>Solanum grandiflorum</i>	1.82	969.00

La especie que menos N reportó fue *Ocotea immersa*, este dato es bajo comparado con el estudio de Gordillo y Páez (2005) con un porcentaje de 2.06 % de N para el género *Ocotea* y 5076 mg Kg⁻¹ para C. El C al igual que el N es bajo.

La especie que más N aportó fue *Cratilia argentea*, unas de las razones por la cual presenta este alto valor comparado con los demás especies es porque esta es una leguminosa y tiene catadores

de nitrógenos al igual el C también es alto.

Una explicación para el bajo contenido de nutrientes es que las plantas extraen elementos de las hojas antes de dejarlas caer, (proceso de translocación) como lo afirma Tanner y Kapos (1982). Hay que tener en cuenta también que el alto contenido de agua disminuye la disponibilidad de nutrientes en las plantas ya que reduce el oxígeno disponible en las raíces y por ende afecta la obtención de los recursos, concuerda con lo dicho por Lebret *et al* (2001).

Agradecimientos

Al Herbario HUAZ y todo su equipo por toda su colaboración. al Magister Hernán García y PhD. Alberto Fajardo, por su orientación en la fase de laboratorio y los biólogo Alexander Velásquez y Erika Gordillo y al ingeniero Edwin Trujillo por sus críticas al documento.

Literatura Citada

- Arenas, S. 1995. Dinámica de la hojarasca en un bosque nativo altoandino y un bosque de eucaliptos en la región de Monserrate, Colombia. Disponible en: Mora-O, L. y Sturn, H. estudios ecológicos del páramo y del bosque Altoandino cordillera oriental de Colombia. Tomo II. Academia colombiana de ciencias exactas físicas y naturales. Colección Jorge Álvarez lleras, número 6 santa fe de Bogotá.
- Bray, T. & Gorham, E. 1964. Litter production in forest of the world. *Advances in Ecological Research*. 5.101-152.
- Brown, S. & Lugo, A. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica* (14)161-187.
- Búrquez, A., Martínez, A. y Núñez, S. 1999. Sonoran desert productivity and the effect of trap size on litterfall estimates in dryland vegetation. *Journal of Arid Enviroments* (43) 459-465.
- Castro, Y. 2008. Planificación y Evaluación de los Recursos de la Tierra de la Granja de Macagual para Determinar Alternativas de Usos más Sostenibles (Levantamiento Topográfico con GPS). Trabajo de grado.
- Corpoica. 2001. Especies promisorias de la Amazonia, conservación, manejo y utilización del germoplasma. CI Macagual-Caquetá-Putumayo. Colciencias. Editorial Produmeditos. P 45-105.
- Cruz, G. 2001. *Comparación de la caída de hojarasca entre fragmentos y áreas de bosque continuo altoandino en la región suroccidental de la Sabana de Bogotá*. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia, 98 p.
- Del Valle, J. 2003. Cantidad, calidad y nutrientes reciclados por la hojarasca fina en bosques pantanosos del pacifico sur colombiano. *Interciencia*. (28)8.
- Donoso, C. 1993. Producción de semillas y hojarasca de las especies del tipo forestal alerce (*Fitzroya cupressoides*) de la Cordillera de la Costa de Valdivia, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* (66) 53-64.
- Escobar, c. J., F. Munevar & J. Perea. 1986. Producción de hojarasca y transferencia de nutrientes en un bosque del piedemonte amazónico. Amazónica. Boletín técnico del

- instituto colombiano agropecuario ICA N°53.
- Gentry, A. 1993. A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú). With Supplementary Notes on Herbaceous Taxa.
- Gordillo, E. & Páez, D. 2005. Concentración de nutrientes en Hojas, Hojarasca y Suelo en un Bosque Húmedo Tropical. *Momentos de Ciencias*. (2) 7-10.
- Higuera & Martinez 2006. Litterfall and nutrient fluxes in canopy oaks in neotropical. *Lyonia* 11(1): 67– 74.
- Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica.
- Huber, A. & Oyarzún, C. 1983. Producción de hojarasca y sus relaciones con factores meteorológicos en un bosque de *Pinus radiata* (D. Don). *Bosque* (5) 1-11.
- Jordan, C. 1983. Productivity of tropical rain forest ecosystems and the implications for their use as future wood and energy sources. En Golley FB (Ed.) *Ecosystems of the World*, (14) 117-135. *Tropical Rain Forest Ecosystems: Structure and Function*. Elsevier. Amsterdam, Holanda.
- Lienlaf, E. J. 1996. Estimación de la producción de hojarasca y de su pérdida mediante la extracción de “tierra de hojas” en formaciones esclerófilas de la Reserva Nacional Río Clarillo. Memoria de Título, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago.
- López, J. & J. López. 1990. El diagnóstico de suelos y plantas, métodos de campo y laboratorio. Ediciones Mundi-prensa. Cuarta edición.
- Macagual. 2008. Centro de investigaciones amazónicas Macagual. (CIAM). Universidad de la Amazonia. Datos meteorológicos.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton university press, New Jersey.
- Malagón, D., Diaz, D., Saldarriaga, J. & Rinaudo, U. 1993. Evolución de la materia orgánica bajo diferentes tipos de cobertura vegetal. En: Aspectos Ambientales para el Ordenamiento Territorial del Occidente del Departamento del Caquetá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Tropenbos Colombia.
- Mendoza, H., & Ramirez, B. 2006. Guía Ilustrada de Géneros de Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Primera Edición.
- Mendoza, H., Ramírez, B., & Jimenez, L. 2004. Rubiaceae de Colombia, Guía Ilustrada de Géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Ortiz, R. 1992. Modelos de Extinción y Fragmentación de Hábitats. En: La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Primera Edición. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED-B). Instituto de Ecología, A.C. Secretaría del Desarrollo Social. 204p.
- Pérez, A. 1996. Plantas Útiles de Colombia. Edición de Centenario. Cuarta edición.
- Quinto, H., Ramos, Y. & Adadia, D. 2007. Cuantificación de la Caída de Hojarasca como Medida de la Productividad Primaria Neta en un Bosque Pluvial Tropical en Salero Chocó. *Biodiversidad*. (26) 28-41. Universidad Tecnológica del Chocó D.L.C.
- Ribeiro, J., Hopkins. M., Vicentini. A., Sothers. C., Costa. M., Brito. J., Sauza. M., Martins. L., Lohmann. L., Aussuncao. P., Pereira. E., Da silva. C., Mesquita. M., & Procópio. I. 1999. Flora da Reserva Ducke . Guía de Identificacao das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terraferme na Amazonia Central. INPA-DFID.
- Rodriguez, H. & J. Rodriguez. 2002. Métodos de análisis de suelos y plantas, criterios de interpretación. Editorial trillas. Mexico.
- Salazar, A. 1998. Aporte y velocidad de descomposición de la hojarasca en bosque de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser). Antillanca, 40°S. Memoria de Título, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Schuur, E. 2003. Productivity and global climate revisited: the sensitivity of tropical forest growth to precipitation. *Ecology* (84) 1165-1170.
- Steyermark, j. 1974. flora de venezuela rubiaceae. vol. ix, primera parte. edición especial del instituto botánico.
- Tanner, E. & Kapos, V. 1982. Leaf Structure of Jamaican Upper Montane Rain Forest Trees. *Biotropica* (14) 16-24
- Valverde, C., Gonzalez, P. & Blasco, M. 1980. Plan de investigación para la región Amazónica del Perú y su relación con el desarrollo del trópico húmedo sudamericano. Lima. INIA.
- Vargas, L. & Varela, A. 2002. Producción de Hojarasca de un Bosque de Niebla en la Reserva la Planada (Nariño, Colombia). Facultad de Ciencias. (12) 35-49. Edición Especial.
- Villarreal, H., M, Alvaeaz, S., Cordoba., F, Escobar., G, Fagua., F, Gasts., H, Mendoza., M, Ospina. & A.M. Omayá. 2004. Manual para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Programa Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá. Colombia p 199-2002.
- Vitousek, M. & Sanford, L. 1986. Nutrient cycling in moist tropical forest. En: Annual Review of Ecology and Systematics. (17) 137-167.