

Producción de hojarasca fina en un tramo del bosque ribereño de la cuenca media del río Gaira

Collantes – Quintero 2013.

NOTA DE ACEPTACIÓN

DIRECTOR DE PROGRAMA

JURADO

JURADO

Santa Marta, 2013



UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA

**PRODUCCIÓN DE HOJARASCA FINA DE UN TRAMO DEL BOSQUE RIBEREÑO
EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO GAIRA, SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA
- COLOMBIA.**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE BIÓLOGO

ANGIE ANGELICA COLLANTES QUINTERO

DIRECTOR

JEINER DE JESUS CASTELLANOS BARLIZA

BIÓLOGO, Msc. EN BOSQUES Y CONSERVACIÓN AMBIENTAL

SANTA MARTA – COLOMBIA

2013

DEDICATORIA

A la memoria de María Evelia Guzmán

A Dios a mi amada hija Danna Lorena, mi esposo, a mis
padres y suegros, a los compañeros y amigos
por brindarme su apoyo, comprensión y respaldo
durante el desarrollo de este trabajo.

Los amo y gracias por ser parte de este logro tan importante en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Magdalena por la formación académica recibida.

A mi director Jeiner Castellanos Barliza Msc Bosques y conservación ambiental por sus conocimientos, dedicación, comprensión y por permitirme ser parte de este proyecto.

Al Magister ISAAC MANUEL ROMERO BORJA, director del Laboratorio de Calidad de Aguas de La Universidad del Magdalena, por su apoyo y asesoría en el proceso de análisis de suelos.

Al fondo de investigación FONCIENCIAS, por los recursos suministrados.

Al grupo de investigación de Limnología Neotropical (GILIN) de la Universidad del Magdalena por brindarme los espacios físicos, equipo e implementos necesarios.

A mis compañeros de laboratorio Duvan Peluffo, Cindy Guzmán, Oscarly Pérez, Fayulis Maza y Cristian Guzmán que me apoyaron y ayudaron durante la realización del proyecto.

A mis amigos y familiares, porque siempre estuvieron en el momento adecuado

TABLA CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS.....	6
2.1 Objetivos generales.....	6
2.2 Objetivos específicos.....	6
3 METODOLÓGIA.....	7
3.1 Área de estudio	7
3.2 Fase de campo:.....	9
3.3 Fase de laboratorio.....	9
3.4 Análisis de datos.....	9
4 RESULTADOS	11
5 DISCUSIÓN.....	18
6 CONCLUSIONES	24
7 RECOMENDACIONES	25
8 BIBLIOGRAFIA.....	26

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación del área de estudio 8
- Figura 2.** Producción total de hojarasca fina y por fracciones en cada uno de los meses de muestreo en el tramo medio de la cuenca del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta - Colombia. 11
- Figura 3.** Aporte mensual de cada una de las fracciones de la hojarasca y el total de hojarasca fina caída en cada fecha de colecta en el tramo medio de la cuenca del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia. 13
- Figura 4.** Aporte de hojarasca foliar de cinco especies representativas de un tramo de la cuenca medio del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta - Colombia. Las Barras representan la producción (Kg ha-1) semestral y las líneas la desviación (DS±)..... 14
- Figura 5.** Producción mensual de hojarasca foliar de las cinco especies representativas de un tramo de la cuenca media del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta –Colombia., barras representan la producción y las líneas la desviación (DS±)..... 15
- Figura 6.** Valores medios de la precipitación en los periodos de muestreo y producción de hojarasca foliar en el área de estudio. Las barras representan los aportes de las fracciones de la hojarasca y la línea punteada la precipitación..... 16
- Figura 7.** Valores medios de la precipitación en los periodos de muestreo y producción de hojarasca en el área de estudio. Las barras representan los aportes de las fracciones de la hojarasca y la línea punteada la precipitación..... 17

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.** Ubicación y parámetros ambientales. Valores de altura (msnm), precipitación media multianual (pmma), Temperatura (T°C). 7
- Tabla 2.** Características estructurales del bosque y químicas del suelo. Índice de valor de importancia (IVI) para un total de 32 especies. AB= Area Basal (m²); DOR= Dominancia Relativa (%); FER= Frecuencia Relativa (%) DER= Densidad Relativa (%).Propiedades químicas de los suelos en un tramo medio de la cuenca del río Gaira. Primeros 20 cm de profundidad).MO: Materia Organica, H: Humedad, CIC: Capacidad de intercambio cationico.....8
- Tabla 3.** Valores mensuales de los parámetros de la dinámica de la hojarasca fina en un tramo medio de la cuenca del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia. Valores promedios (coeficiente de variación %). Hpa: Hojarasca foliar *Pouteria arguacoensium*, Hpam: Hojarasca foliar *Pousenia armata*, HZ: Hojarasca foliar *Zygia longifolia*, HN: Hojarasca foliar *Nectandra cf turbacensis*, HF: Hojarasca foliar *Ficus insípida*, HO: Hojas de otras especies, MR: material reproductivo, ML: material leñoso <2 cm de diámetro, OR: otros restos, H Total: hojarasca fina total.12
- Tabla 4.** Coeficientes de correlación de Pearson (r) para producción de hojarasca foliar de cinco especies representativas del bosque y la precipitación de un tramo de la cuenca medio del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta -Colombia.16
- Tabla 5.** Coeficientes de correlación de Spearman (p) para producción de hojarasca foliar de cinco especies representativas del bosque y la precipitación de un tramo de la cuenca medio del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta -Colombia.18

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue, cuantificar la producción de hojarasca fina aportadas por cinco especies abundantes de un tramo de la cuenca media del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia y su relación con la precipitación. El estudio presentó una duración de seis meses, donde se realizaron recolecciones bimensualmente en 87 colectores distribuidos sistemáticamente cada 10m en un total de 10 transectos. El material colectado se separó por fracciones y se determinó su aporte en biomasa, dando como resultado una producción semestral de 3764 Kg ha⁻¹, que extrapolada a un año registró un valor de 7529 Kg ha⁻¹, estos valores, son intermedios cuando se comparan con otros estudios en bosques tropicales. La producción de hojarasca fina estuvo dominada por la fracción foliar en un 65%, seguida del material leñoso con 17.7%, material reproductivo 9.4% y otros restos con 7.6%. La mayor producción de hojarasca foliar de las cinco especies se registró para *Nectandra cf turbacensis* (6.2%), la menor producción fue para *Pouteria arguacoensium* (0.3%). No se presentaron diferencias estadísticamente significativas tanto en la producción de hojarasca foliar de las especies evaluadas ni de las fracciones de hojarasca foliar con respecto a la precipitación registrada durante el estudio. Las especies *Nectandra cf turbacensis* y *Zygia longifolia* presentaron el mayor aporte de hojarasca foliar, tipificándolas como especies potenciales para la rehabilitación de cuencas degradadas.

Palabras claves: Fracción foliar, Materia orgánica, *Nectandra cf turbacensis*, *Zygia longifolia*, *Pouteria arguacoensium*.

ABSTRACT

The aim of this study was to quantify the production of fine litter of five abundant species contributed a section of the middle basin Gaira river, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia and its relationship with rainfall. The study had a duration of six months, where collections were made bimonthly in 87 collectors separated 10m systematically and distributed in a total ten transects. The collected material was separated by fractions and determined their contribution to biomass. Production resulting semester 3764 kg ha⁻¹, which extrapolated to a year registered a value of 7529 kg ha⁻¹, intermediate values compared to other studies in tropical forests. The fine litter production was major the leaf fraction 65 %, followed by 17.7 % woody material, reproductive material and other debris 9.4 % 7.6 %. The largest leaf litter production of the five species was recorded for *Nectandra cf turbacensis* (6.2 %), the lowest production was for *Pouteria arguacoensium* (0.3%). There were no statistically significant differences in both leaf litter production of selected species or leaf litter fractions with respect to precipitation recorded during the study. *Nectandra cf turbacensis* and *Zygia longifolia* had the highest foliar litterfall, labeling them as potential species for the rehabilitation of degraded watersheds.

Keywords: Fraction foliar, organic matter, *Nectandra cf turbacensis*, *Zygia longifolia*, *Pouteria arguacoensium*.

1. INTRODUCCIÓN

En los bosques tropicales la caída de hojarasca representa la mayor entrada de nutrientes y materia orgánica que retorna al suelo, se considera entre el 25% y 60% de la productividad primaria neta (Del Valle 2003, Calentano et al. 2011, Hernández et al. 2013). Durante el desarrollo de este proceso, su acumulación y posterior descomposición permiten la renovación de los nutrientes en el suelo y el posterior restablecimiento de los ciclos biogeoquímicos en el sistema (Lavado et al. 1989, Castellanos & León 2011, Murcia 2010).

Las fluctuaciones que se dan en la dinámica de la caída de hojarasca están determinadas por factores biológicos y climáticos, los cuales pueden ser atribuidos a la composición de las especies, la temperatura media anual, la precipitación, altitud y latitud, densidad del bosque, condiciones edáficas, topografía, fenofase y el efecto antrópico ejerciendo condiciones causa-efecto (Prause et al. 2003, Gutiérrez et al. 2012).

En Colombia varios estudios describen los procesos de producción de hojarasca, por ejemplo Quinto et al. (2007), cuantificó la hojarasca como medida de producción primaria neta en un bosque pluvial tropical en Salero, Choco, registrando valores de 7,2 ton/ha/año, los cuales se consideran bajos para este tipo de bosque teniendo en cuenta algunos datos reportados por Del Valle (2003), los cuales oscilan entre 9,1-15,6 ton/ha/año para bosques tropicales de tierras bajas. Vargas & Varela (2007) estimaron la producción de hojarasca total en un bosque de niebla con relación a la precipitación, temperatura y humedad relativa ambiental, registrando valores dentro del rango de otros bosques montanos (7831 g/ha/año) y menores valores de producción en los tres niveles de hojarasca cuando se presentaron mayores valores de humedad relativa ambiental y temperatura. De igual manera, mayores valores de precipitación con una mayor producción de fracciones, familias y géneros de hojarasca. Zapata et al. (2007), evaluaron la producción de hojarasca fina en bosques alto andinos de Antioquia Colombia, registrando valores promedios de caída de hojarasca anual para *Quercus humboldtii*, *Pinus Patula* y *Cupressus lusitánica* de 7877,20; 8362,47 y 3725,97

Kg/ha/año respectivamente, siendo la fracción hojarasca foliar la que mayor participación tuvo en la producción total.

En la Sierra Nevada de Santa Marta se han realizado estudios enfocados a la caracterización de aspectos funcionales de las cuencas hidrográficas, principalmente en la cuenca del río Gaira se conocen estudios como el realizado por Cuadrado (2005) en la caracterización de las especies vegetales, Deluque (2005) en el estudio de los flujos de la materia orgánica a través de la deriva de macroinvertebrados acuáticos, Guerrero & Zúñiga (2005), evaluaron la descomposición acuática de hojarasca y Rodríguez (2012) caracterizaron descriptores funcionales del río, entre ellos la producción de hojarasca, en donde registraron valores totales de 3030,96 Kg ha⁻¹a⁻¹ de hojarasca anual.

Actualmente los bosques de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) están siendo afectados por el incremento de la presión humana induciendo a grandes pérdidas de vegetación y degradación de hábitat, conllevando un fuerte deterioro de estos ecosistemas y su posterior reemplazo por cultivos (Cuadrado 2005, Gutiérrez 2009). Por otra parte, la Sierra Nevada de Santa Marta como reserva de la biosfera, es un sistema único en el mundo, con una gran diversidad biológica que brinda un conjunto de servicios ambientales como la provisión de recursos naturales y la regulación de las condiciones ambientales en la región. Por este motivo se hace necesario conocer sus bosques y la forma como funcionan, poniendo especial atención a los bosques de ribera, ya que al estar asociados a fuentes de agua son fundamentales para el mantenimiento y suministro de bienes y servicios ambientales a las comunidades humanas asentadas en su curso y en la ciudad de Santa Marta.

Por esta razón es importante la realización de estudios que permitan conocer aspectos funcionales como la caída de hojarasca en estos ecosistemas para proyectar estrategias de conservación y rehabilitación del mismo, además de tipificar especies potenciales para la restauración o rehabilitación de ecosistemas degradados en la zona.

El presente estudio tiene como objetivo cuantificar la producción de hojarasca fina que retorna al suelo desde el dosel del bosque en un tramo de la cuenca media del

río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, con especial atención en el aporte de materia orgánica de algunas especies representativas en su riqueza y abundancia. Así como, la posible afectación de la precipitación en la dinámica de hojarasca durante el desarrollo del estudio. Para este se plantearon las siguientes preguntas de investigación e hipótesis de trabajo:

¿Existe asociación entre la abundancia de las especies representativas y su producción de hojarasca foliar?

Hipótesis: Dilucidamos que las especies más abundantes presentan mayor aportes de hojarasca foliar a la producción de hojarasca total del bosque que el resto de las especies.

¿Existe relación entre la producción de hojarasca fina con la precipitación en el área de estudio?

Hipótesis: La dinámica temporal de la producción de hojarasca del bosque se encuentra altamente influenciada por el efecto físico de la precipitación.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos generales

- ✓ Cuantificar la producción de hojarasca fina que retorna al suelo desde el dosel del bosque en un tramo de la cuenca media del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Estimar los aportes de cada fracción de la hojarasca fina a la producción total del bosque.
- ✓ Cuantificar el aporte de Hojarasca foliar de cinco especies representativas en su riqueza y abundancia. *Poulsenia armata*, *Zygia longifolia*, *Nectandra cf turbacensis*, *Pouteria arguacoensium* y *Ficus cf insípida*.
- ✓ Relacionar la posible afectación de la precipitación en la dinámica de hojarasca durante el desarrollo del estudio.

3 METODOLÓGIA

3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en un tramo de la parte media del río Gaira, Hacienda Cafetera “La Victoria” (Tabla 1), localizada en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta del departamento del Magdalena, Colombia (Figura 1). Esta cuenca, presenta una extensión aproximada de 32,53 Kilómetros y un gradiente altitudinal que va desde los 0 a los 2750 msnm. La precipitación promedio mensual es de 179.1 mm y se ajusta a un patrón unimodal, con un periodo de menor intensidad de lluvias de diciembre-abril y un periodo lluvioso desde Mayo hasta Noviembre (Tamaris & López 2006, Gutiérrez 2009). La topografía presenta colinas bajas e intermedias entre 800 y 1000 msnm, con pendientes promedio de 45 a 65%. Los suelos se caracterizan por ser suelos alcalinos, con valores bajos de materia orgánica y nitrógeno (Tabla 2) La parte media de la cuenca ha sido señalada como la zona más poblada y de importante desarrollo rural, comprende la franja cafetera entre 600 y 1400 msnm (Cuadrado 2005).

Tabla 1. Ubicación y parámetros ambientales. Valores de altura (msnm), precipitación media multianual (pmma), Temperatura (T°C).

Lugar	Coordenadas	Altura	pmma	T°C	Bioma
La Victoria	11°07'47" N - 74°05'42" W	700-900	2491,9	21,5	Zonobioma Tropical

Tomado de (Tamaris & López 2006).

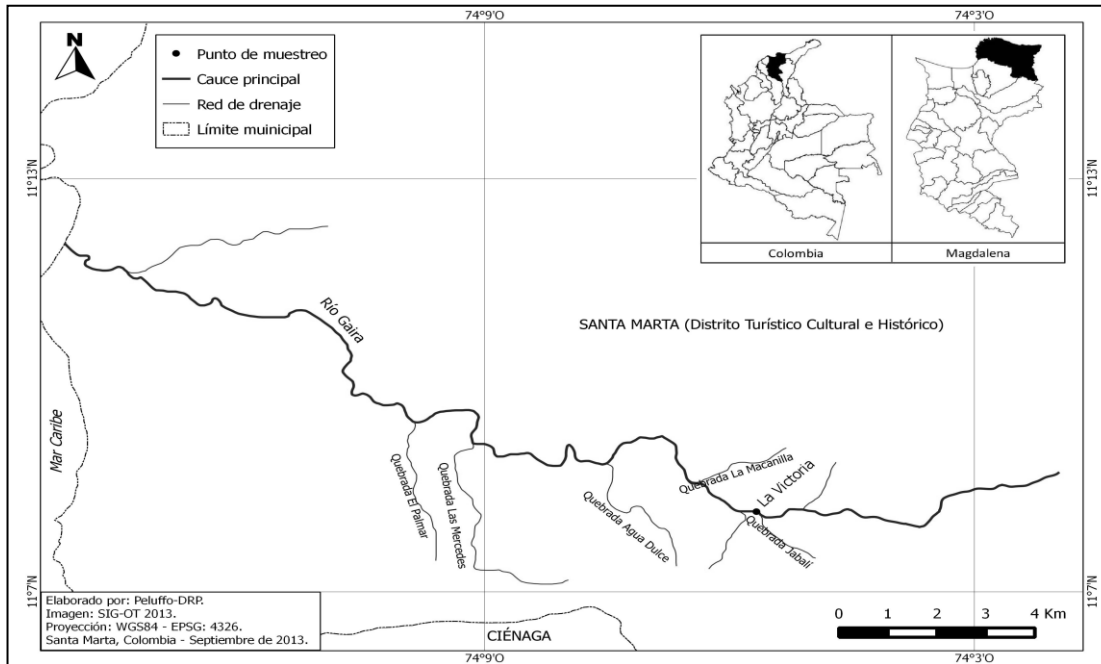


Figura 1. Ubicación del área de estudio

Tabla 2. Características estructurales del bosque y químicas del suelo. Índice de valor de importancia (IVI) para un total de 32 especies. AB= Área Basal (m²); DOR= Dominancia Relativa (%); FER= Frecuencia Relativa (%) DER= Densidad Relativa (%). Propiedades químicas del suelo en la finca la Victoria ubicada en el tramo medio de la cuenca del río Gaira. Primeros 20 cm de profundidad).MO: Materia Organica, H: Humedad, CIC: Capacidad de intercambio catiónico. *Datos tomados de Cuadrado 2005.

Características estructurales del bosque*																
Individuos		AB		DOR		FER		DER		IVI						
118		39,7		100		100		100		300						
Características químicas de los suelos																
SITIOS	pH	MO	N	H	C	K	Ca	Mg	P	S	Fe	Cu	Zn	B	Mn	Na
		%					cmol(+) kg ⁻¹									
La Victoria	7,09	1,27	0,28	12	0,74	0,23	0,454	0,34	29	10,36	102,3	1,89	0,38	0,71	46,8	0,15

3.2 Fase de campo:

Mediante la revisión de los trabajos realizados por Cuadrado (2005) y Gutiérrez (2009) y, en previa visita al área de estudio se seleccionaron cinco especies dominantes sobre las cuales se llevó a cabo el ensayo experimental. Se escogieron las especies: *Poulsenia armata*, *Zygia longifolia*, *Nectandra cf turbacensis*, *Pouteria arguacoensium* y *Ficus cf insípida*. La producción de hojarasca fue monitoreada mediante la utilización de trampas de hojarasca circulares con un diámetro de 0,5 m², forradas en tela de malla fina, colocadas a 1m aproximadamente sobre el nivel del suelo (Castellanos & León. 2010, Ramírez & Zapata 2004). Las trampas fueron distribuidas de manera sistemática (Rocha& Ramírez 2009) en un total de 10 transectos distanciados cada 50 metros. Las trampas fueron ubicadas en transectos lineales cada una a 10 metros, para un total de 87 trampas distribuidas en un área aproximada de 40.000 m². La recolección del material se realizó durante seis meses con una frecuencia bimensual ya que los eventos de colecta no fueron continuos por problemas de acceso al área de estudio. El material de las trampas fue transportado en bolsas, etiquetado y luego trasladado al laboratorio de INTROPIC en la Universidad del Magdalena. Por otra parte, la precipitación fue monitoreada mediante la instalación de un pluviómetro en un sitio cercano, el cual fue revisado semanalmente.

3.3 Fase de laboratorio

El material colectado en la fase de campo fue separado en varias fracciones de acuerdo a la siguiente categorización: Hojas de *Poulsenia armata* (Hpam), *Zygia longifolia* (Hz), *Nectandra cf turbacensis* (Hn), *Pouteria arguacoensium* (Hpa) y *Ficus insípida* (Hf), Hojas de Otras Especies (HO), Material Leñoso (L), Reproductivo (MR) que incluía flores-frutos y Otros Restos (OR). Posteriormente este material se llevó al horno a una temperatura de 65 °C, hasta obtener peso seco constante.

3.4 Análisis de datos

Se determinaron algunos parámetros descriptivos de la distribución de los datos en la producción de hojarasca como el promedio, la desviación estándar (Ds) y el

coeficiente de variación (CV). Para determinar diferencias estadísticamente significativas en la producción de la hojarasca y sus fracciones entre especies y, entre zonas del río se realizaron análisis de varianzas a una vía, con previa comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (ANOVA). Se realizó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para los datos no normalizados. Para relacionar la producción de hojarasca foliar de las diferentes especies y el total con la precipitación se aplicaron coeficientes de correlaciones de Pearson (r) y Spermán (ρ) dependiendo de la distribución de los datos. Todos los análisis se efectuaron con el programa Statgraphics Centurion Versión 15.2.11.0.

4 RESULTADOS

La producción de hojarasca fina durante seis meses en el área de estudio fue de 3764.50 Kg ha⁻¹. El coeficiente de variación presentó valores del 30% para la hojarasca total y valores altos para las especies y entre las diferentes fracciones (Tabla 3).

Se observó un pico de máxima caída de hojarasca fina durante los meses de Diciembre – Enero con una mínima producción en Octubre – Noviembre (Figura 2).

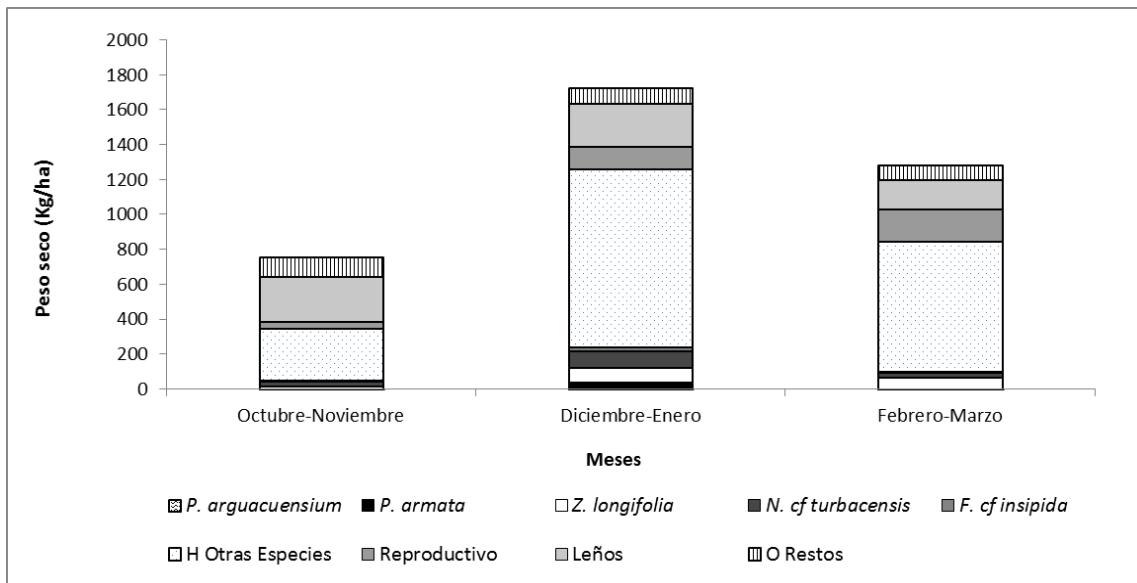


Figura 2. Producción total de hojarasca fina y por fracciones en cada uno de los meses de muestreo en el tramo medio de la cuenca del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta - Colombia.

En general, los valores más altos en producción de hojarasca fueron registrados para la fracción foliar con 2454.85 Kg ha⁻¹, seguida de leños con 666.31 Kg ha⁻¹,

del material reproductivo con 356.44 Kg ha⁻¹ y en menor proporción el material de otro restos con 286.88Kg ha⁻¹ (Tabla 3).

Tabla 3. Valores mensuales de la caída de hojarasca fina en un tramo medio de la cuenca del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia. Valores promedios (coeficiente de variación %). Hpa: Hojarasca foliar *pouteria arguacoensium*, Hpam: Hojarasca foliar *Poulsenia armata*, HZ: Hojarasca foliar *Zygia longifolia*, HN: Hojarasca foliar *Nectandra cf turbacensis*, HF: Hojarasca foliar *Ficus insípida*, HO: Hojas de otras especies, MR: material reproductivo, ML: material leñoso <2 cm de diámetro, OR: otros restos, H Total: hojarasca fina total.

Meses	Hpa	Hpam	HZ	Hn	Hf	HO	MR	L	OR	H total
Octubre- Noviembre	3.07 (254.2)	1.71 (212.7)	10.47 (67.4)	26.97 (52.5)	6.27 (240.4)	300.11 (33.5)	40.07 (45.6)	253.73 (54.0)	111.39 (64.3)	753.78 (32.1)
Diciembre- Enero	3.68 (213.3)	34.62 (185.6)	82.44 (82.1)	95.03 (55.5)	23.19 (168.6)	1021.26 (23.0)	129.04 (49.7)	247.32 (65.4)	89.29 (50.4)	1725.87 (24.5)
Febrero- Marzo	2.92 (281.0)	10.25 (160.1)	51.54 (49.4)	30.28 (72.7)	6.85 (105.3)	744.22 (29.7)	187.33 (25.5)	165.27 (56.7)	86.20 (35.6)	1284.86 (29.0)
Total	9.67 (246.7)	46.57 (181.0)	144.45 (69.4)	152.27 (58.4)	36.30 (169.1)	2065.59 (26.9)	356.45 (36.5)	666.32 (58.9)	286.89 (51.3)	3764.51 (27.6)

La producción de hojarasca de las fracciones variaron entre periodos, los meses de Octubre y Noviembre presentaron los menores valores del material reproductivo con aportes de 40,06 Kg ha⁻¹, el material leñoso presentó una producción similar en los meses de octubre-noviembre y diciembre-enero (253.72 y 247.31 Kg ha⁻¹ respectivamente). La fracción de otros restos fue similar durante todo el montaje registrando valores más altos en los meses de Octubre - Noviembre con 111.38 Kg ha⁻¹ (Figura 3).

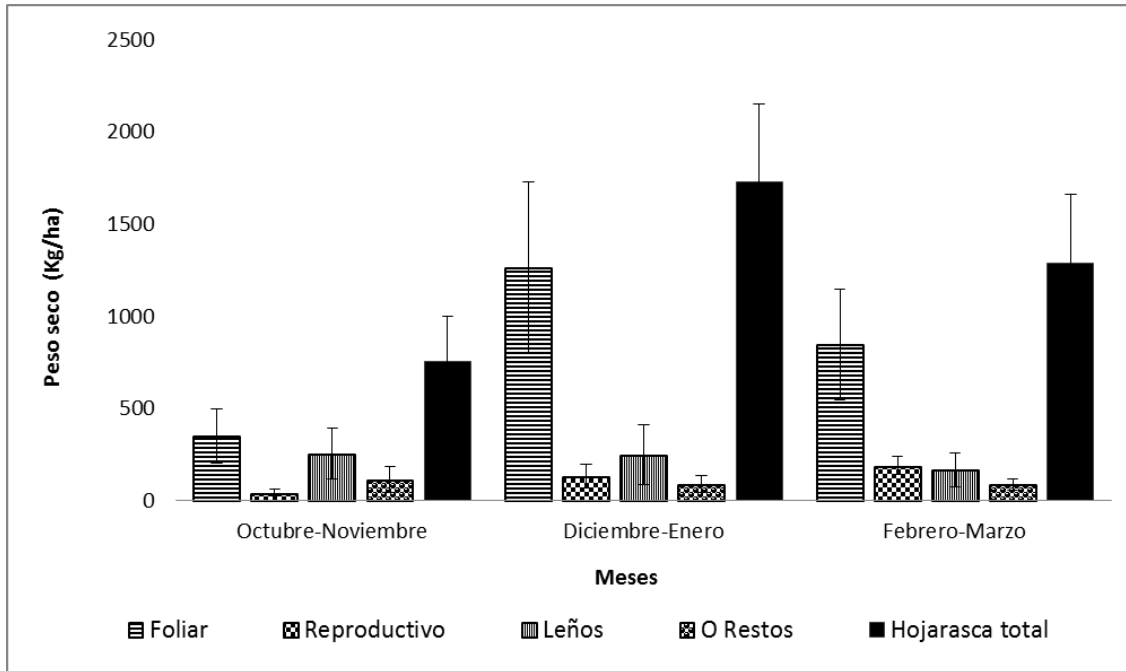


Figura 3. Aporte mensual de cada una de las fracciones de la hojarasca y el total de hojarasca fina caída en cada fecha de colecta en el tramo medio de la cuenca del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia.

El aporte de la fracción foliar de las cinco especies fue de $389.26 \text{ Kg ha}^{-1}$, estuvo dominada por *Nectandra cf turbacensis* con $152.27 \text{ Kg ha}^{-1}$, seguida de *Zygia longifolia* con $144.45 \text{ Kg ha}^{-1}$, de *Poulsenia armata* con 46.56 Kg ha^{-1} , de *Ficus insípida* con 36.30 Kg ha^{-1} y *Pouteria arguacoensium* con 9.66 Kg ha^{-1} (Tabla 3, Figura 4).

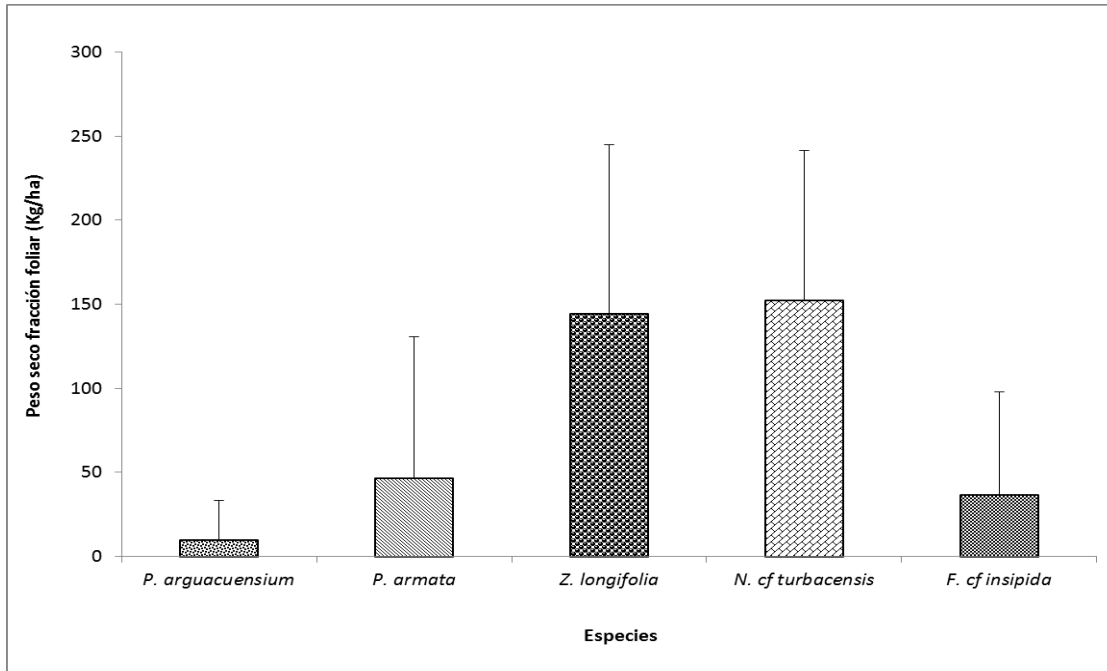


Figura 4. Aporte de hojarasca foliar de cinco especies representativas de un tramo de la cuenca medio del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta -Colombia. Las Barras representan la producción (Kg ha⁻¹) semestral y las líneas la desviación (DS±).

Se presentaron diferencias significativas en el aporte de hojas caídas por especie durante el periodo de estudio ($p < 0.05$). La distribución mensual de la hojarasca foliar de las cinco especies mostraron valores altos de producción para todas las especies en los meses de diciembre-enero (238.95 Kg ha⁻¹) (Figura 5). *Poulsenia armata*, *Zygia longifolia* y *Nectandra cf turbacensis* registran el menor aporte durante los meses de octubre-noviembre (1.70- 26.96 Kg ha⁻¹), *Pouteria arguacoensium* con valores de 2.91 Kg ha⁻¹ registró la menor producción durante los meses de Febrero- Marzo y *Ficus cf insípida* presentó valores similares en los meses de Octubre -Noviembre y en Diciembre-Enero con 6.26 Kg ha⁻¹ y 6.84 Kg ha⁻¹ respectivamente.

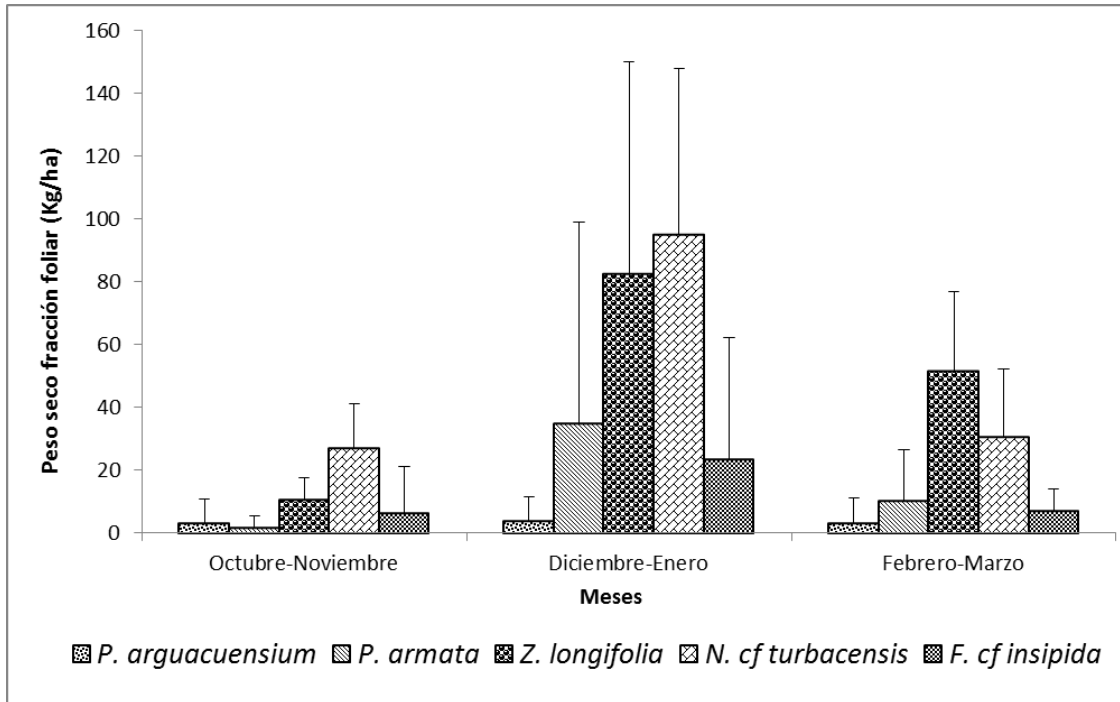


Figura 5. Producción mensual de hojarasca foliar de las cinco especies representativas de un tramo de la cuenca media del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta –Colombia., barras representan la producción y las líneas la desviación (DS±).

Se registraron bajos valores en la producción de hojarasca foliar de todas las especies (1.70 Kg ha^{-1} - 26.96 Kg ha^{-1}) y altos valores de precipitación (754 mm) durante los meses de Octubre – Noviembre y Altos valores de producción de hojarasca foliar en Diciembre – Enero y Febrero-Marzo (101.83 - $238,95 \text{ Kg ha}^{-1}$), con bajas en la precipitación (71.26mm) (Figura 6). No se presentaron relaciones significativas entre la producción de hojarasca foliar de las especies y la precipitación durante el periodo de observación ($p > 0.05$) (Tabla 4).

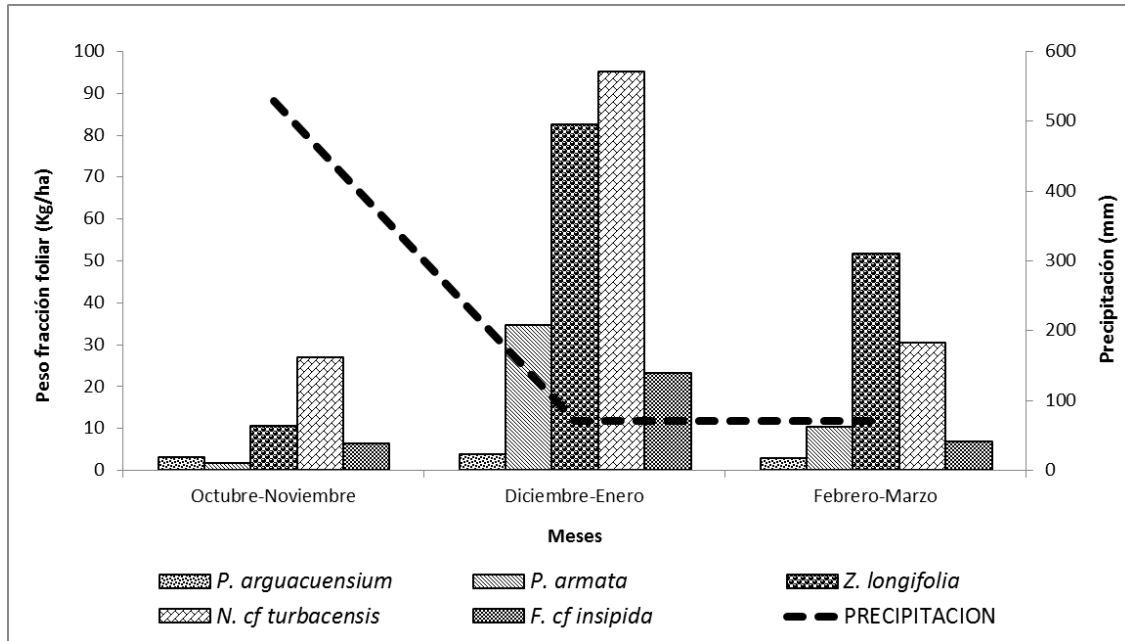


Figura 6. Valores medios de la precipitación en los periodos de muestreo y producción de hojarasca foliar en el área de estudio. Las barras representan los aportes de las fracciones de la hojarasca y la línea punteada la precipitación.

Tabla 4. Coeficientes de correlación de Pearson (r) para producción de hojarasca foliar de cinco especies representativas del bosque y la precipitación de un tramo de la cuenca medio del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta -Colombia.

correlación especies - precipitación	
Especies	r(calculado)
<i>Pouteria arguacuensium</i>	-0.3243
<i>Poulsenia armata</i>	-0.7006
<i>Zygia longifolia</i>	-0.9038
<i>Nectandra cf turbacensis</i>	-0.5369
<i>Ficus cf insipida</i>	-0.5259

La relación de la productividad de hojarasca fina y la precipitación (Figura 7), presentaron un pico alto de precipitación con una reducción del material reproductivo (40.06 Kg ha^{-1}) y un pequeño aumento en la fracción otros restos ($111.38 \text{ Kg ha}^{-1}$). No se presentaron relaciones significativas entre la producción de hojarasca foliar de las especies y la precipitación durante el periodo de observación ($p > 0.05$) (Tabla 5).

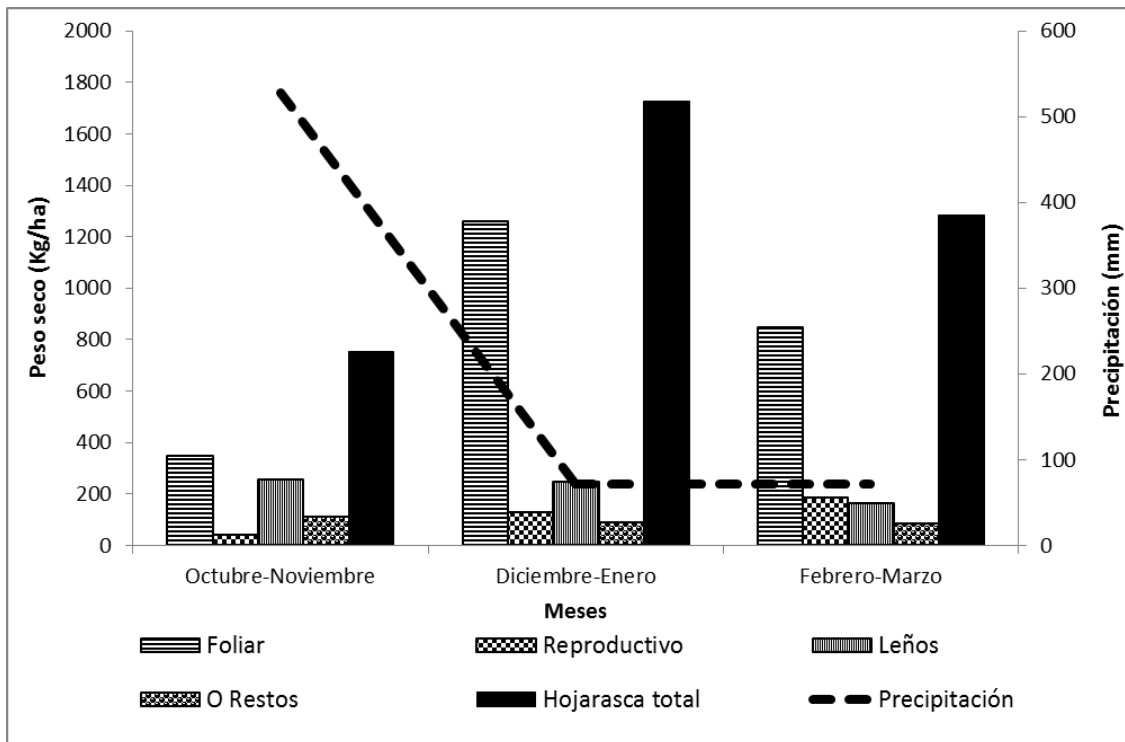


Figura 7. Valores medios de la precipitación en los periodos de muestreo y producción de hojarasca en el área de estudio. Las barras representan los aportes de las fracciones de la hojarasca y la línea punteada la precipitación.

Tabla 5. Coeficientes de correlación de Spearman (ρ) para producción de hojarasca foliar de cinco especies representativas del bosque y la precipitación de un tramo de la cuenca medio del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta -Colombia.

correlación fracciones - precipitación	
Fracciones	r(calculado)
H otras especies	-0.866
reproductivo	-0.866
leños	0.866
otros resto	0.866
Hojarasca total	-0.86

5 DISCUSIÓN

En éste estudio la hojarasca fina total fue de 3764.50 Kg ha⁻¹ (Tabla 1), extrapolada a un año representa 7529 Kg ha⁻¹a⁻¹, valores que están dentro de los rangos medios registrados para bosques húmedos y muy húmedos tropicales (2746- 1564 Kg ha⁻¹ a⁻¹) (Tabla 6). Hay que señalar que para esta extrapolación se está suponiendo un comportamiento similar de los factores climáticos durante el experimento. Sin embargo, estos tipos de bosques presentan variaciones en el patrón de hojarasca que se pueden atribuir a la composición de las especies y rango climático (Sundarapandian & Swamy 1999 Spain 1984, Prause et al 2003, Calentano 2011).

Los valores registrados por Fuentes & Rodríguez (2011), para la misma zona de estudio (2745,71 Kg ha⁻¹año) son inferiores a los reportados en éste estudio. Según Veneklaas (1991) las diferencias en las técnicas y el número de colectores empleados genera diversos valores. Se considera que en este estudio se emplearon un número adecuado de colectores para medir la dinámica de la hojarasca fina, ya que la distribución del coeficiente de variación para el total de la hojarasca está en un rango del 30%, considerado como apropiado para estos tipos de estudios (Del

Valle 2003). Por otra parte, el coeficiente de variación para fracciones fue alto, al igual que en las especies estudiadas (Tabla 3), lo que se atribuye a la distribución y abundancia de los vegetales del sector. Del Valle (2003) en Bosques pantanosos Tropicales, asume que coeficientes de variación altos en dos de las parcelas estudiadas, están relacionadas con la diversidad florística, al clima típicamente ecuatorial y el medio edáfico permanentemente saturado de humedad.

Las hojas aportaron aproximadamente 63% del total de la hojarasca fina, valores similares fueron registrados por Quinto et al (2007) para un Bosque Pluvial tropical en Salero - Choco (60.7%) y, Zamboni & Aceñolaza (2004) para un Bosque de Sauce Argentina con (63%), coincidiendo con el 70% de la producción de hojarasca en los bosques del mundo (Vargas & Varela 2007); a pesar de que otros autores sugieren que para los trópicos húmedos este valor es inferior al 70% (Meentemeyer et al. 1982, Ramírez et al. 2007). Lo que indica que la fracción más contribuyente de hojarasca fina está representada por las hojas.

La fracción leñosa fina (<2 mm de diámetro) en el presente estudio fue del 17.9%, comparable con valores reportados por Veneklaas (1991) en bosque de niebla colombiano (17.6%), Arunachalama et al (1998) en un Bosque Tropical Húmedo del noreste de la India (16%), y Monedero & González (1995) en la Selva Nublada del Ramal Venezuela (18%). Sin embargo, estos porcentajes son muy variables debidos a eventos esporádicos de caída de ramas, troncos o muerte prolongada de un árbol, y que sus ramas o corteza caigan en las trampas de hojarasca (Rocha & Ramírez 2009).

La producción de material reproductivo comprendió el 10.8% de la caída total, estas proporciones variaron durante todos los muestreos (Figura 3 y 7) presentando mayor aporte entre Febrero - Marzo y con una disminución considerablemente entre Octubre - Noviembre, lo que coincidió con la temporada de mayor precipitación, difiriendo con lo reportado por Quinto et al (2007) en un Bosque Pluvial Tropical; el cual señala que en las regiones tropicales es casi constante que las plantas tengan una máxima producción de flores cuando aumenta la pluviosidad. Cabe resaltar que la poca producción de flores en este estudio pudo estar influenciada a las características particulares del bosque como a

la fenología de cada especie, aunque se observó abundante material reproductivo no se reflejó en el peso del material. La producción de partes reproductivas en términos de porcentaje fue menor a la fracción leñosa comparada con otros bosques (Sundarapandian & Swamy 1999, Veneklaas 1991). Sin embargo, en otros estudios el peso y el tamaño de las flores y frutos fueron mayores (Vargas & Varela 2007).

La fracción otros restos o material no identificado es el de menor proporción 7.6%, lo que coincide con Fuentes & Rodríguez (2011) para la misma zona (Bosque de Ribera), esta fracción la identificaron como misceláneos y registró los menores valores en el total de hojarasca fina. Castellanos & León (2010) en plantaciones de *Acacia mangium* (mimosaceae), registraron el 6%, lo que coincide con los rangos encontrados para esta fracción en este estudio. No obstante, es una fracción difícil de comparar si se tiene presente que está compuesta de una mezcla de fragmentos pequeños, heces de animales y todo aquello que a simple vista es difícil de clasificar y que está dentro del rango propuesto para hojarasca fina.

Se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el aporte total de hojas caídas de *Pouteria arguacuensium*, *Poulsenia armata*, *Zygia longifolia*, *Nectandra cf turbacensis* y *Ficus cf insípida*, mas sin embargo observo una similitud de producción entre *Z. longifolia*, *N. cf turbacensis*, con respecto a las otras tres especies; esta variación en la caída de las hojas entre las especies, podría atribuirse a la fenología y composición de las mismas (Palaniappan 2012).

En el área de estudio *Zygia longifolia*, y *Nectandra cf turbacensis* aportaron una mayor cantidad de hojas con 5.8 % y 6.1%. Las cinco especies aportaron hojas durante todo el estudio, lo cual pudo deberse a que son arboles perennifolios, a diferencia de las especies caducifolias que pierden todo su follaje en alguna época del año (Sundarapandian & Swamy 1999).

Otros estudios también sugieren que la producción de hojas en determinadas especies de árboles puede estar relacionada con el índice de área basal, la densidad y la edad de la población (Yang et al 2005). Kirman (2007) relaciona una producción alta con la temperatura, más que a los otros factores climáticos, debido a que algunos árboles pierden sus hojas en respuesta a determinados

requerimientos ambientales. Aunque también destaca la identidad de la especie y en particular su capacidad para utilizar los recursos disponibles. Por otro lado, el área donde se llevó a cabo el estudio es un sector donde se presenta una gran diversidad de géneros y especies (Cuadrado 2005). Que producen gran cantidad de hojas que pueden ser de mayor tamaño y masa foliar.

La precipitación no correlacionó significativamente con la producción de las diferentes fracciones de la hojarasca fina ni tampoco con la producción de hojarasca foliar de *Pouteria arguacuensium*, *Poulsenia armata*, *Zygia longifolia*, *Nectandra cf turbacensis* y *Ficus cf insípida* (Tabla 4 y 5). Sin embargo, algunos autores afirman que las hojas no se desprenden solo en respuesta de la variación de la precipitación sino que se deriva de un conjunto de datos climáticos, de efectos mecánicos de los vientos que llegan con las lluvias, factores edáficos y ecofisiológicos complejos como crecimiento de las hojas, la longevidad, la senescencia y la abscisión de nutrientes (retranslocación) (Lips & Duivenvoorden 1996, Kirman 2007, Vargas & Varela 2007, Chave et al 2010, Castellanos & León 2010). Aunque en este estudio no se presentó una relación significativa con la precipitación, no se puede descartar que en conjunto con otros factores pueda generar relación.

TABLA 6. Producción de hojarasca fina (Kg ha⁻¹año) en diferentes tipos de bosques tropicales. Se informa la altitud, la precipitación media anual, la producción de la hojarasca foliar (HF), la producción del material leñoso (L), la producción del material reproductivo (MR).

Tipo de bosque	Altitud	Precipitación	Ubicación o localidad	HF	L	MR	OR	TOTAL	Fuente
Bosque Húmedo	700 - 900	2249,8	La Victoria, Sierra Nevada de Santa. Colombia	5562	3062	1100	1259	2746	Fuentes y Rodríguez 2011
Bosque Húmedo Montano Bajo	1500	2500	Monteverde Costa Rica	----	----	----	----	6300 - 7700	Kirman et al 2007
Bosque Húmedo	1300-2100	4900	Reserva natural la Planada ,Nariño, Colombia	-----	-----	-----	-----	5240- 7320	Varga y Varela 2007
Premontano muy Húmedo	750	2600	Tabarcia de Mora, Costa Rica	4860	2320	----	----	7500	Diestefano y Fournier 2005
Bosque Húmedo	5	3500	la llanura de inundación del río Patía, el Pacífico Colombiano	5910-12420	1410-1880	840-1820	-----	9140-15640	Del Valle 2003
Selva Nublada	2350	2291	parque nacional Sierra Nevada estado de Mérida Venezuela	5260	1600	280	----	7710	Ramírez y Ataroff 2001
Bosque Húmedo	1900	2500	Shillong, India	----	----	----	----	4623 - 7666	Arunachalama et al. 1998
Bosque mesófilo de montaña	----	----	Xalapa México	----	----	----	----	8450	Williams-Linera y Tolome 1996
Bosque húmedo premontano	----	1588	Venezuela	7700	1900	1100	----	10700	Monedero y González 1995

TABLA 6. Continuación. Producción de hojarasca fina (Kg ha⁻¹año) en diferentes tipos de bosques tropicales. Se informa la altitud, la precipitación media anual, la producción de la hojarasca foliar (HF), la producción del material leñoso (L), la producción del material reproductivo (MR).

Tipo de bosque	Altitud	Precipitación	Ubicación o localidad	HF	L	MR	OR	TOTAL	Fuente
Bosque Montano	2550	2115.00	Cordillera central, Colombia	4600	1000	660	470	7030	Veneklaas 1991
Bosque Húmedo Montano Bajo	2300	1500	Venezuela	3400	1100		230	7000	Veneklaas 1991
Bosque Muy Húmedo	750	3000	Colombia	8730	3090	360	-----	12020	Spain 1984
Bosque Muy húmedo	750	3000	Colombia	6.640	1.970	120	-----	8.730	Spain 1984
Bosque Húmedo	425	2500	Panamá	----	----	----	----	10.480	Spain 1984
Bosque Húmedo	137	2725	Panamá	5830	2300	1230	----	11100	Spain 1984
Bosque Húmedo	450	1771	Brasil	6000	990	530	----	7600	Spain 1984
Bosque Húmedo	700-900	2249	La Victoria Sierra Nevada de Santa. Colombia	2455	666	356	287	3765	En este estudio

6 CONCLUSIONES

En términos generales la producción de hojarasca fina para el área de estudio registró altos valores, lo cual refleja los grandes aportes de materia orgánica que caen tanto al suelo como al cauce del río, incorporándose como fuente de materia prima para la descomposición y liberación de nutrientes que son utilizados por la microbiota del sistema y, que luego son utilizados por las especies vegetales. Este proceso de producción de hojarasca cobra mayor importancia en el mantenimiento del bosque ribereño para la cuenca del Río Gaira, la cual abastece a más de 40.000 habitantes de la ciudad de Santa Marta, proporcionando importantes bienes y servicios ambientales como la regulación hídrica y el control de la erosión en la cuenca. Por otra parte, se señalan a las especies *Nectandra cf turbacensis* y *Zygia longifolia* como las que presentaron el mayor aporte de hojarasca foliar, tipificándolas como especies potenciales para la rehabilitación de cuencas degradadas por actividades antrópicas.

Los resultados de este estudio revelan que la hojarasca foliar de otras especies presentaron una mayor producción que las especies dominantes seleccionadas, por lo tanto se rechaza nuestra hipótesis acerca de la mayor producción de hojarasca foliar para la especies dominantes. Por otra parte, la precipitación no fue buena predictora de la dinámica de producción de hojarasca fina para este estudio por lo que se infiere que existen otras variables climáticas como la humedad, el viento y la latitud, que interactúan en conjunto para generar efectos en el bosque que propician la producción de la Materia Orgánica, por lo tanto se rechaza nuestra hipótesis planteada inicialmente sobre la influencia de la precipitación sobre la producción de hojarasca.

El coeficiente de variación para la hojarasca fina total estuvo en un rango del 30%, considerando que se presentó una distribución homogénea y que el número de colectores fue el adecuado.

7 RECOMENDACIONES

Se sugiere la realización de próximos estudios de la dinámica de la hojarasca fina a largo plazo, donde se relacionen más variables climáticas y se incluyan análisis químicos del retorno potencial de nutrientes de las especies abundantes del área de estudio. Y se realicen más estudios de este tipo a una mayor escala, con el fin de examinar el papel de las diferentes especies, con la finalidad de proteger y conservar estos habitats y sugerir posibles especies para restauración de bosques.

8 BIBLIOGRAFIA

- ARUNACHALAM A, PANDEY HN & TRIPATHI RS. 1998. Fine litterfall and nutrient dynamics during forest regrowth in the humid subtropics of north-eastern India. *Forest Ecology and Management* (110): 209-219
- CALENTANO D, ZAHAWI R, FINEGAN B, CASANOVES F, OSTERTAG R, COLE R, & HOLL K. 2011. Restauración Ecológica de Bosques tropicales en Costa Rica: efecto de varios modelos en la producción, acumulación y descomposición de la hojarasca. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 59 (3): 1323-1336.
- CASTELLANOS J & LEON J. 2010. Caída de hojarasca y dinámica de nutrientes en de Antioquia, Colombia. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 59 (1): 113-128.
- CHAVE J, NAVARRETE D, ALMEIDA S, ÁLVAREZ E, ARAGAO D, BONAL L, CHATELET P, SILVA J, GORET J, VON HILDEBRAND P, JIMÉNEZ E, PATIÑO S, PEÑUELA M, PHILLIPS L, STEVENSON P, & MALHI Y. 2010. Regional and seasonal patterns of litterfall in tropical South America. *Biogeosciences*.(7): 43-55.
- CUADRADO B. 2005. Estructura y composición florística del bosque ripario de la cuenca del río Gaira, Magdalena, Colombia. Trabajo de grado presentado para optar al título de Biólogo. Universidad del Magdalena Facultad de ciencias básicas. Programa de Biología Santa Marta D.T.C.H
- DEL VALLE-ARANGO, Jorge Ignacio. Cantidad, calidad y nutrientes reciclados por la hojarasca fina en bosques pantanosos del pacífico sur colombiano. INCI [online]. 2003, vol.28, n.8 [citado 2013-03-01], pp. 443-449.
- DELUQUE Y. 2005. Deriva de Macroinvertebrados Bentónicos y la Materia Orgánica Gruesa en la Cuenca Baja del Río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta), Colombia. Tesis de pregrado, Universidad del Magdalena, Santa Marta. D.T. C. H. 36 p.
- DIESTEFANO J. & FOURNIER L. 2005. Caída de hojarasca y tasas de descomposición de las hojas de *Vochysia guatemalensis* en una plantación de 10 años, Tabarcia de Mora, Costa Rica. *Agron. Costarr.* 29: 9-16.
- FUENTES N & RODRIGUEZ J. 2011. Eficiencia en el retorno potencial de nutrientes vía hojarasca de un bosque tropical de ribera. Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia. *Rev. Acta biol. Colomb.*, Vol 17 n.01, 2012 51-56.
- GUTIÉRREZ M, MÉNDEZ J, FLOREZ C, RAMIREZ J & GUTIÉRREZ B. 2012. Caída de hojarasca en Plantaciones de *Pinus greggii* Engelm y *Pinus cembroides* Zucc., En Coahuila, México. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 35 (2): 123 – 133.

- GUTIÉRREZ R. 2009. Uso del suelo, vegetación ribereña y calidad del agua de la microcuenca del río Gaira, Santa Marta, Colombia. Trabajo de posgrado presentado para optar al título de Magister Scientiae en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. Turrialba, CR. CATIE.
- HERNANDEZ J, GONZÁLEZ H, RAMÍREZ R, CANTÚ I, GÓMEZ M, PANDO M & ESTRADA A. 2013. producción de Hojarasca y Retorno Potencial de Nutrientes en tres sitios del Estado de Nuevo León, México. Rev. Polibotánica Núm. 35: 41-64.
- KIRMAN S, STRASBERG D, GRONDING V, COLIN F, GUILLES J, MEUNIER J. 2007. Biomass and litterfall in a native lowland rainforest: Marelongue Reserve, La Re'union Island, Indian Ocean. Forest Ecology and Management 252: 257-266
- LAVADO. M, NUÑEZ. E y ESCUDERO J. 1989. Variaciones mensuales en el aporte de biomasa al suelo de distintas especies de matorral mediterráneo. OptionsMéditerranéennes - SérieSéminaires. (3): 167-172.
- LIPS J & DUIVENVOORDEN J. 1996. Fine litter input to terrestrial humus forms in Colombian Amazonia. Springer-Verlag Oecologia 108:138-150
- MEENTEMEYER. V. 1982. World Patterns and Amounts of Terrestrial Plant Litter Production. JSTOR, Source: BioScience, Vol. 32, No.2, pp. 125-128.
- MURCIA M. 2010. Productividad primaria neta del bosque altoandino en la cuenca del río pamplonita (norte de Santander - Colombia) sucesión regenerativa del bosque altoandino. Trabajo de grado presentado para optar al título de Doctor. Universidad nacional de Colombia facultad de ciencias instituto de ciencias naturales.
- MONEDERO C. & GONZÁLEZ V. 1995. Producción de hojarasca y descomposición en una selva nublada del ramal interior de la cordillera de la costa, Venezuela. Ecotrópicos. Vol. 8 (1-2): 1-14.
- PALANIAPPAN P, NATARAJAN S. & PITCHAIRAMU C. 2012. Litter Fall Dynamics in Azhagar Hills of the Eastern Ghats, Tamilnadu, India. Int. J. Biological Technology Vol. No.3 (2):26-32.
- PRAUSE J. CARAM D, ANGELONI P. 2003. Variación mensual en el aporte de hojas de cuatro especies forestales nativas del parque Chaqueño húmedo (Argentina). Quebracho, Rev. Ciencias For. Vol.10:39-45.
- QUINTO M, RAMOS P, ABADÍA B. 2007. Cuantificación de la caída de la hojarasca como medida de la productividad primaria neta en un bosque pluvial tropical en Salero, Chocó, Colombia. Rev. Instit. Univ. Tecnol. Chocó 26:28-41.

- RAMIREZ J, ZAPATA C, LEON J & GONZALEZ M. 2007. Caída de Hojarasca y Retorno de Nutrientes en Bosques Montanos Andinos de Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. *INTERCIENCIA* Vol 32 NO 5 PP: 303-311.
- ROCHA & RAMIREZ N. 2009. Produccion y Descomposicion de Hojarasca en diferentes condiciones sucesionales del Bosque de Pino-Encino en Chiapas, Mexico. *ECOLOGIA. Bol.Soc.Bot.Méx.* 84: 1-12
- RODRIGUEZ J. 2011. Descriptores funcionales en un sistema fluvial de montaña. Santa Marta, Colombia. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia Bogotá D.C.
- SPAIN AV. 1984. Litterfall and the standing crop of litter in three Tropical Australian Rainforests *Journal of Ecology* 72: 947-961
- SUNDARAPANDIAN SM & SWAMY P.S. 1999. Litter production and leaf-litter decomposition of selected tree species in tropical forests at Kodayar in the Western Ghats, India. *Forest Ecology and Management* 123:231-244.
- TAMARÍS C, LOPEZ H. 2006 Aproximación a la Zonificación Climática de la Cuenca del Río Gaira. *Rev Intrópical* Vol (3): 69-76
- VARGAS L, VARELA A. 2007. Producción de hojarasca de un bosque de niebla en la reserva natural la planada (Nariño, Colombia). *Universitas Scientiarum. Edición especial i*, 12: 35-49.
- VENEKLAAS EJ. 1991. Litterfall and nutrient fluxes in two montane tropical rain forests, Colombia. *Journal of Tropical Ecology* 7:319-336.
- WILLIAMS L & TOLOME J. 1996. Litterfall, Temperate and Tropical Dominant Trees and Climated in a Lower Montane Forest. *Jstor; Biotropica* 28(4b): 649-656.
- YANG W, WANG K, KELLOMAKI S & GONG H. 2005. Litter Dynamics of Three Subalpine Forests in Western Sichuan. *Science Press, Beijing Pedosphere* 15(5): 653-659.
- ZAMBONI P & ACEÑOLAZA P. 2004. Aporte al conocimiento de ciclos de materia orgánica (MO) en formaciones boscosas de la llanura de inundación del Río Paraná. Área PNPD. *INSUGEO, Miscelánea*, 12, 161-168. Obtenido de http://insugeo.org.ar/libros/misc_12/pdf/20.pdf
- ZAPATA C, RAMIRES J, LEON JD, GONZALEZ M. 2007. Producción de hojarasca fina en bosques altoandinos de Antioquia Colombia. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín.Vol.60, No.1.p.3771-3784.*