

# RECURSOS NATURALES

## APORTES DE BIOMASA Y NUTRIENTES DE UN SISTEMA AGROFORESTAL CON CAFÉ EN EL PACÍFICO DE NICARAGUA

Rodolfo Munguía Hernández

Docente – Investigador / Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía / Universidad Nacional Agraria. Rodolfo. Munguia@una.edu.ni



### RESUMEN

En el año 2004, se monitoreó la caída de hojarasca de un sistema agroforestal con *G. sepium* y *C. arabica*. El estudio se llevó a cabo en una finca privada del municipio de San Marcos, departamento de Carazo (Nicaragua). El estudio se estableció bajo tres manejos de sombra: con sombra y fertilización, (PCF), con sombra y sin fertilización (PSF) y cafetal a pleno sol (PS). Se establecieron ocho trampas metálicas por tipo de manejo y se recolectó el material capturado para su cuantificación por componente vegetal. Se determinó el peso total de la materia seca y se analizaron las muestras determinándose los contenidos de N, P y K. Los resultados indican que el componente café, tanto en la parcela fertilizada (PCF) como en la no fertilizada (PSF) contribuyó con 58.3 y 60.2 % del contenido de hojarasca respectivamente, con respecto al total de residuos producidos. En la parcela a pleno sol la contribución del cafeto aumenta hasta un 83.9 %. Sin embargo, los aportes de N y K en la parcela a pleno sol fueron mayores que en la parcela fertilizada y en la parcela sin fertilización, producto de la mayor producción de hojarasca en este sistema.

### ABSTRACT

In 2004, falling of leaf litter from an agroforest system composed by *G. sepium* and *C. arabica* was monitored. The study was carried out in a private farm of the municipality of San Marcos, department of Carazo, Nicaragua. The study was settled down under three shade conditions, such as shade and fertilization (PCF), shade and no fertilization (PSF), and plain sunshine coffee plantation (PS). Eight metallic traps by type of handling were established, and the material captured for its quantification by vegetal component was collected. The gross weight of the dry matter was determined, and the samples were analyzed determining the contents of N, P and K. Results indicate that the coffee component, as much in the fertilized plot (PCF) as in non fertilized plot (PSF), contributed with 58.3 and 60.2 % respectively of the content of leaf litter, with respect to the total of produced remainders. In the plot of plain sunshine, contribution increases up to 83.9 %. Nevertheless, the contributions of N and K in the plain sunshine plot, was greater than in the fertilized plot and the plot without fertilization. This was, probably, the product of the greater production of leaf litter on this system.

Los sistemas agroforestales se caracterizan por la asociación de varias especies en un mismo sitio, en diferentes grados de integración espacial y temporal (Imbach *et al.*, 1989). Las especies leguminosas son empleadas como soportes vivos, dar sombra y para reducir el desgaste de los suelos en diferentes sistemas agrícolas.

La producción de café representa para muchos países una fuente muy importante de ingresos económicos y de empleos permanentes y temporales; sin embargo, debido principalmente a la volatilidad de los precios del café, los altos costos de producción, con el alto uso de insumos agroquímicos demandados por la caficultura moderna, ha producido mayores niveles de contaminación ambiental.

Según estimaciones hechas en 1990, en América Latina, más de la mitad de las áreas de café se han transformado a sistemas de producción monocultural intensivo bajo una especie de sombra, o café a pleno sol (Perfecto *et al.*, 1996). Estos sistemas son altamente funcionales bajo fincas agroindustriales, que responden bien a insumos externos, y dirigido a un mercado exclusivo, pero no consideran los resultados ecológicos de esta práctica agrícola.

Las plantas verdes son productores primarios de materia orgánica y energía potencial a través del proceso de fotosíntesis sobre el cual dependen todas las formas de vida. Algunos de esos materiales orgánicos primarios son usados por varias actividades metabólicas, y el resto es acumulado en el cuerpo de las plantas.

Una porción sustancial de los nutrientes acumulados en la biomasa es retornada al suelo por medio de la caída de los residuos (George, 1982). Beer, (1988), señala que la producción total anual de residuos vegetales en plantaciones de café con árboles de sombra, incluyendo residuos de poda, oscila entre 5 000 a 20 000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

La presencia de abundante material orgánico en el suelo está correlacionado con la capacidad de intercambio catiónico, lo que permite reducir los riesgos de pérdidas por lixiviación y un uso más eficiente del fertilizante aplicado.

La producción y descomposición (humificación y mineralización) de la materia orgánica hace la conexión entre el componente biótico y abiótico del sistema (Heuvelodop *et al.*, 1988). Lo anterior, tiene una importancia potencial para el reciclaje de N, P, K, Ca y Mg, en donde los contenidos de nutrientes frecuentemente exceden las entradas de fertilizantes inorgánicos incluso cuando el último es aplicado a niveles altos para café (Beer, 1988).

El propósito de la presente investigación fue cuantificar la biomasa producida por la caída natural de los residuos vegetales y sus contenidos de Nitrógeno y Fósforo en un periodo de un año, en tres sistemas de manejo en cafetos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron tres parcelas de café de 1920 m<sup>2</sup> (40 x 48 m), en el año 2000 en la finca privada de San Francisco (Carazo, Nicaragua).

La primera parcela de café con sombra de *G. sepium* y fertilizada, una segunda parcela de café a plena exposición solar y la tercera parcela de café con sombra de *G. sepium* y sin fertilización. Las plantas de café fueron establecidas a 2 x 1 m para una población de 5000 plantas ha<sup>-1</sup>. Las parcelas con árboles de sombra de *G. sepium* se establecieron 8 x 8 m para una densidad poblacional de 156 árboles.

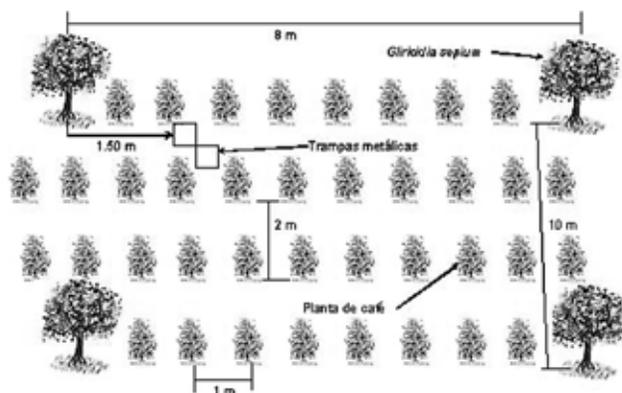


Figura 1. Diagrama de la ubicación de las trampas para el monitoreo de la hojarasca

Para determinar la caída natural de la hojarasca en el año 2004, se utilizaron ocho trampas de malla metálicas de 0.25 m<sup>2</sup>, las cuales fueron puestas aleatoriamente en cuatro puntos de cada parcela experimental, a partir de la hilera de café. Una segunda fue puesta en el centro de la calle a 10 cm sobre el nivel del suelo (Figura 1). Las muestras fueron recolectadas cada 15 días de Enero a Diciembre del 2004. El material fue separado en hojarasca de café y *G. sepium*, ramas de café y *G. sepium*, raquiz de *G. sepium*, flores y frutos. Las muestras fueron secadas al horno a 65 °C hasta obtener un peso constante, para luego ser pesadas. Una muestra compuesta fue entregada al laboratorio para determinar el contenido de Nitrógeno y Potasio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Producción de residuos vegetales.** El proceso de captura o monitoreo de la hojarasca, muestra que las parcelas de café con sombra de *G. sepium* y sin fertilización (PSF) contribuyeron con 9 867.60 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, mientras que las parcelas de café fertilizadas con (PCF) y sin sombra (PS) produjeron 7 377.33 y 7 332.81 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> respectivamente. En las parcelas con sombra, se puede observar que aproximadamente entre el 58.3 y 60.2 % de la biomasa es proveniente de la hojarasca de café, mientras que *G. sepium* contribuye con valores de 20.5 y 22.7 % respectivamente, diferencias debidas al tamaño de las hojas y su capacidad de conservar materia seca. En la parcela de café a plena exposición solar, la hojarasca de *C. arabica* contribuye con 83.9 % mas un 14.4 % repartido en residuos florales y frutos caídos debido a afectaciones de broca del fruto de café (*Hypothenemus hampei*) y chasparria (*Cercospora coffeicola*).

La mayor caída de hojarasca de café ocurre en los meses de febrero, marzo y abril en las tres parcelas de café bajo los diferentes tipos de manejo agronómicos. En tanto, el *G. sepium* (madero negro) su menor caída ocurre desde marzo hasta junio, debido a que por efecto de las podas que se realizan en el mes de septiembre ésta induce a un rebrote vegetativo al final del año y una caída parcial de hojas maduras provoca una disminución de biomasa de hojarasca. En este periodo que es la estación seca (noviembre a marzo) de baja caída de hojarasca en *G. sepium* ocurre la floración y fructificación según Winrock International (1998) y Jong (1990), que contribuye en residuos que se depositan sobre la superficie del suelo contribuyendo a la materia orgánica del suelo.

Tabla 1.- Producción de residuos vegetales por caída natural en tres sistemas de manejo de cafetal.

Parcela de Café	Hojarasca		Ramas		Raquíz madero	Flores y frutos	Total
	Café	Madero	Café	Madero			
Con sombra y fertilizada	4299.66 (58.3)	1511.57 (20.5)	115.70 (1.6)	10.66 (0.14)	360.53 (4.9)	1079.21 (14.6)	7377.33
Con sombra y no fertilizada	5945.21 (60.2)	2241.10 (22.7)	69.99 (0.71)	219.00 (2.2)	612.16 (6.2)	780.14 (7.9)	9867.60
A pleno solar y fertilizada	6152.17 (83.9)	0.00	123.23 (1.7)	0.00	0.00	1057.41 (14.4)	7332.81

Datos entre paréntesis refleja el porcentaje que contribuye cada componente en el total

**Aporte potencial de nutrientes.** Las concentraciones de N obtenido en el análisis de laboratorio fue de 2.39, 2.63 y 2.29 % (Cuadro 2) en la hojarasca de café correspondiendo a las parcelas de café con sombra y fertilizada, con sombra y no fertilizada y a pleno sol, respectivamente, siendo estos valores superiores a los determinados en Costa Rica por Munguía (2002) en la hojarasca de café (2.02 y 2.16 %), sin embargo, Aranguren et al (1982) reporta concentraciones de N en hojarasca de café desde 0.42 % hasta 1.97 %.

Las concentraciones de P en la hojarasca de café en el presente estudio fue de 0.28, 0.35 y 0.21 %; en tanto, el K fue de 2.07, 2.31 y 2.63 %, en las parcelas con sombra y fertilizada, con sombra y no fertilizada y a pleno sol respectivamente, igualmente valores superior a los encontrados por Munguía (2002) bajo condiciones de trópico húmedo.

En relación con la hojarasca de *G. sepium* los contenidos de N fueron de 2.63 y 2.75 % en las parcelas con sombra (fertilizada y no fertilizada) valores mayores con respecto a la hojarasca de café.

lizada contribuye en N, P y K con 220.9, 22.6 y 177.92 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, siendo está parcela, la que da una mayor contribución de nutrientes; entre tanto la parcela a pleno sol y fertilizada aporta 173.4, 188.9 y 191.4 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K respectivamente.

En las parcelas con sombra de *G. sepium* (fertilizada y no fertilizada), aportó una cantidad relativamente baja de 3 a 4 veces menos que la contribución hecha por las deposiciones de hojarasca de café.

## CONCLUSIONES

En el sistema agroforestal formado por árboles de sombra de *G. sepium* y *C. arabica*, el componente forestal aporta entre el 20 al 23 % aproximadamente de la biomasa a partir de la producción de hojarasca; mientras que el café oscila entre 58 al 60%.

En el mismo sistema, el componente *C. arabica* contribuye a un mayor aporte de nutrientes vía una mayor producción de hojarasca que el componente forestal que es reducido.

Tabla 2.- Concentraciones (%) de N, P y K en los componentes de residuos vegetales en tres sistemas de café.

Parcela de Café	Nutriente	Hojarasca		Ramas de café y madero	Raquíz	Flores y frutos
		Café	Madero			
Con sombra y fertilizada	N	2.39	2.63	1.36	2.51	2.02
	P	0.28	0.38	0.03	0.27	0.19
	K	2.07	1.39	2.50	1.55	2.20
Con sombra y no fertilizada	N	2.63	2.75	2.73	2.23	3.14
	P	0.35	0.21	nd	0.22	0.17
	K	2.31	1.72	1.77	2.27	2.65
A pleno sol y fertilizada	N	2.29	-	2.58	-	2.73
	P	0.21	-	0.30	-	0.23
	K	2.63	-	0.66	-	2.69

Del producto obtenido de la biomasa de residuos vegetales y la concentración de N, P y K; la hojarasca de café aportó mayor biomasa teniendo una relación directa en la cantidad de éstos elementos minerales que anualmente se estarían depositando sobre el suelo producto de la caída natural para formar la capa de mantillo, seguido de el proceso de descomposición y consecuentemente la liberación lenta de nutrientes, su mineralización y su disponibilidad para ser nuevamente absorbidos por las plantas de café y árboles de sombra constituyendo el reciclaje de nutrientes. La parcela de café con sombra y fertilizada muestra una potencialidad en los residuos vegetales en cantidad de 175.4, 21.1 y 142.6 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K respectivamente. Mientras la parcela con sombra y no ferti-

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación solo fue posible con el apoyo financiero de la Unión Europea (INCO-DEV: ICA-CT-2001-10071) a través del proyecto CASCA (Sistemas Agroforestales de Café en América Central: calidad del café e impactos ambientales) con una duración de cuatro años (noviembre 2001- octubre de 2005).

También agradecer infinitamente a los dueños de la finca San Francisco (Departamento de Carazo), que permitieron el establecimiento y desarrollo del experimento de campo durante el periodo establecido que duró el monitoreo o captura de hojarasca en el sistema café.

Tabla 3.- Cantidad de nutrientes (kg ha) en los diferentes componentes de residuos vegetales en tres sistemas de café.

Parcela de Café	Nutriente	Hojarasca		Ramas		Raquiz	Flores y frutos
		Café	Madero	Café	Madero		
Con sombra y fertilizada	N	102.97	39.84	1.57	0.14	9.06	21.82
	P	12.29	5.74	0.03	0.003	0.98	2.09
	K	89.00	21.08	2.89	0.26	5.60	23.75
Con sombra y no fertilizada	N	113.08	61.74	1.90	5.97	13.69	24.56
	P	15.26	4.70			1.37	1.32
	K	99.23	38.68	1.24	3.88	13.89	21.00
A pleno sol y fertilizada	N	141.37	-	3.18	-	-	28.87
	P	12.73		0.39			2.43
	K	162.10		0.82			28.46

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEER, J.** 1988. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. *Agroforestry Systems*, 7: 103 – 114.
- GEORGE, M.** 1982. Litter production and nutrient return in Eucalyptus hybrid plantations. *The Indian Forester*, 108 (4): 253 -260.
- HEUVELDOP, J.; FASSBENDER, H. W.; ALPIZAR, L.; ENRIQUEZ, G.; FOLSTER, H.** 1988. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. II. Cacao and wood production, litter production and decomposition. *Agroforestry Systems* 6: 37 – 48.
- IMBACH, A. C.; FASSBENDER, H. W.; BOREL, R.; BEER, J.; BONNEMANN, A.** 1989. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and cacao with poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. IV. Water balances, nutrient inputs and leaching. *Agroforestry Systems*, 8: 267 – 287.
- JONG, H.** 1990. Apuntes de dendrología II. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 273 p.
- MUNGUÍA H., R.** 2002. Tasas de descomposición y liberación de nutrientes de la hojarasca de *Eucalyptus deglupta*, *Coffea arabica* y de hojas verdes de *Erythrina poeppigiana* solas y en mezclas. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. 82 p.
- PERFECTO, I.; RICE, R. A.; GREENBERG, R.; VAN DER VOORT, M.** 2002. Coffee yields and soil nutrients under the shades of *Inga* sp. vs. multiple species in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*, 54: 215 – 224.
- WINROCK INTERNATIONAL.** 1998. Una guía útil para los árboles fijadores de nitrógeno del mundo (Online) 38 Winrock Drive Morrilton, AR, USA. <http://www.winrock.org/forestry/factnet.html>.