

HOJAS CAÍDAS Y APORTE DE NUTRIENTES DE DIEZ ESPECIES FORESTALES TROPICALES

Carlos Sánchez Fonseca¹, Daniel Lama² y Pedro Suatunce Cunuhay^{1,2}

¹División Forestal, Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1 1/2 vía a Santo Domingo, C.P. 73. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. carlos_sanche70@hotmail.com.

²Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

RESUMEN

El estudio se realizó en el área del cantón Quevedo, en la Finca Experimental “La Represa” de la UTEQ; en parcelas experimentales permanentes de diez años de edad. Cada parcela tiene una superficie de 225 m² (15 x 15 m). Los árboles se encuentran establecidos a una distancia de 3 x 3 m. Para determinar el aporte de hojas caídas se recolectaron muestras mensualmente durante un año con la utilización de trampas recolectoras. Se determinó la cantidad de hojas caídas por épocas del año (húmedo y seco) y transferencia de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg). El aporte de hojas caídas resultó ser mayor en la época seca. La transferencia de nutrientes fue mayor en las especies: Caoba de montaña (*Colubrina arborecens* Mill) con 139.29, Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb) con 10.32, Cedro de montaña (*Ocotea floribunda* (Sw) Mez) con 64.88 y Marañón (*Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels) con 216.89 y 29.87 kg. ha⁻¹ año⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg, respectivamente.

Palabras clave: Hojas caídas, concentración de nutrientes, especies forestales tropicales, transferencia de nutrientes.

ABSTRACT

The study was carried out in the area of the Quevedo canton, in the Experimental property “La Represa” of the UTEQ; in the permanent experimental parcels of ten years old. Each parcel has a surface of 225 m² (15 x 15 m). The trees are established under a spacing of 3 x 3 m. For the contribution of fallen leaves samples were gathered monthly during one year with the use of gathering traps. It was determined the quantity of fallen leaves for season year (humid and dry) and transfer of nutritious (N, P, K, Ca, Mg). The contribution of fallen leaves was highest in the dry season. The transfer of nutrients was bigger in the species: mountain mahogany (*Colubrina arborecens* Mill) with 139.29, Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb) with 10.32, mountain cedar (*Ocotea floribunda* (Sw) Mez) with 64.88 and marañón (*Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels) with 216.89 and 29.87 kg. ha⁻¹ año⁻¹ of N, P, K, Ca, Mg, respectively.

Key words: Fallen leaves, nutrients concentration, tropical forest species, transfer of nutrients.

INTRODUCCIÓN

El efecto de la biomasa aérea y hojas caídas sobre la productividad del bosque ha sido estudiado por numerosos autores (Berg y Agren, 1984; Santa Regina, 1987; Palma, *et al.*, 1998). La hojarasca y en especial las hojas caídas son las que generan el mayor retorno de nutrientes al suelo (Vitousek *et al.*, 1994), contribuyendo a su conservación. Una mayor cantidad de hojarasca genera un mayor contenido de humedad en el suelo (Prause y Angeloni, 1995).

Sobre un suelo forestal se van depositando diferentes materiales, provenientes de distintos estratos de vegetación, como hojas, ramas, inflorescencia, frutos, cuyo conjunto se denomina hojarasca (Prause *et al.*, 2003). Siendo ésta muy importante, puesto que provoca una especie de abrigo orgánico sobre la superficie de los suelos forestales dando como resultado un microclima

edáfico peculiar apto para la existencia de una gran diversidad de organismos (Pritchett, 1986), La hojarasca se produce cada año en un tiempo determinado, como consecuencia de los estímulos de las condiciones climáticas, principalmente la temperatura y la precipitación (Santa Regina, 1987).

Conocer si el suelo posee la cantidad suficiente de nutrientes, indispensables como para mantener niveles aceptables de producción, es una información muy útil en el manejo de plantaciones forestales (Goya *et al.*, 1997). El papel de las especies forestales en la circulación de nutrientes de los ecosistemas, depende de la cantidad de material reciclable y de su tasa de descomposición, por ello es importante la identificación de las especies arbóreas con influencia positiva sobre la restauración de la fertilidad del suelo. (Montagnini *et al.*, 1994).

Recibido: Septiembre, 2007. Aceptado: Enero, 2008.

Publicado como ARTÍCULO en Ciencia y Tecnología 1: 73-78. 2008.

El objetivo del presente estudio fue determinar la cantidad de hojas caídas y el aporte de nutrientes de diez especies forestales tropicales, de tal forma que la información y el conocimiento acertado de una determinada especie represente una herramienta básica para desarrollar programas de manejo de plantaciones, o aplicar su uso dentro de sistemas agroforestales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se la realizó en las parcelas experimentales permanentes de la Finca Experimental "La Represa", propiedad de la UTEQ, parroquia San Carlos, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos – Ecuador; a 01° 03' 18" de latitud sur y 79° 25' 24" de longitud oeste, altitud de 73 msnm, temperatura promedio de 24.2 °C, humedad relativa de 77.4%, heliofanía de 823 horas/luz/año, y precipitación media anual de 1537 mm. Esta área pertenece a la formación ecológica bosque húmedo-Tropical (Holdridge, 1987), con suelos de textura franco-arcillosa.

Las especies estudiadas fueron: Marañón (*Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels), Guachapeli (*Albizia guachapele* (Kunth) Dugand), Roble (*Tabebuia rosea* (Bertol.) A. Dc.), Cedro de montaña (*Ocotea floribunda* (Sw.) Mez), Laurel blanco (*Cordia alliodora* (R. & P.) Oken.), Caoba nativo *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg.), Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb), Pechiche (*Vitex gigantea* Kunth) y Manglillo (*Sickingia tinctoria*). Cada especie fue considerada como un tratamiento y cada parcela tiene una superficie de 225 m² (15 x 15 m). Los árboles se encuentran establecidos a un marco de plantación de 3 x 3 m, con edad de diez años.

Se instalaron cajas recolectoras de 1 m² en cada parcela para determinar la producción de hojas caídas (MacDiken, 1997; Caldentey *et al.*, 1998; Herrera *et al.*, 2001; Vargas-Parra y Varela, 2007), cada caja de madera con un fondo de malla para evitar la retención de agua (Pritchett, 1986). La recolección se la realizó mensualmente (Ramírez, 2003), durante un año (Salas y Infante, 2006), separando las hojas caídas del resto de la hojarasca ya que contribuyen generalmente con 65 a 75% del total de residuos (Fassbender, 1993). Se determinó el peso anhidro de las hojas caídas, sometiéndolas a 700 °C en estufa (Goya *et al.*, 1997; Prause *et al.*, 2003; Moretto *et al.*, 2005). El porcentaje de N, P, K, Ca y Mg en las hojas se determinó mediante análisis químico en los periodos (seco y húmedo) (ICA, 1989) y se calculó la transferencia de nutrientes en kilogramos por hectárea por año.

Para el análisis de varianza de hojas caídas y transferencia de nutrientes se utilizó un diseño comple-

tamente al azar con diez tratamientos y dos repeticiones. Para las comparaciones entre medias de tratamientos, se utilizó la prueba de Duncan a un nivel de significancia de 0.05 (Padrón, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mayor aporte de hojas caídas se obtuvo entre los meses de Junio a Diciembre; mientras que en los meses de enero a mayo hubo una menor cantidad (Figura 1). Esto coincide con Prause *et al.* (2003) quienes reportan una mayor intensidad de caída de hojas, entre los meses de Junio a Septiembre, según estudio realizado en cuatro especies forestales en Argentina, Ramírez (2003) también encontró una mayor producción de hojas en el período seco, al estudiar cuatro especies forestales asociadas con (*Theobroma cacao* L.). Por su parte González y Gallardo (1982) y Prause y Angeloni (1995) manifiestan que la producción de hojas a lo largo del año varía notoriamente debido a las diferencias climáticas. El maderable *O. floribunda* (Sw) Mez presentó el aporte máximo en el periodo seco con 620.76 g m²; mientras que en la época húmeda la especie de mayor aporte fue la *G. arborea* Roxb con 314.50 g m² y la de menor valor en los dos periodos seco y húmedo fue el *A. guachapele* Kunth con 95.55 y 82.48 g m² respectivamente (Cuadro 1).

Se presentaron diferencias significativas en el aporte total de hojas caídas por especies durante el año de estudio. La especie que presentó mayor cantidad fue *A. excelsum* (Kunth) Skeels con 8671.70 kg ha⁻¹ año⁻¹ y la de menor aporte *A. guachapele* Kunth con 1780.25 kg ha⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 1). Coincidiendo con lo expuesto por Hernández *et al.* (1992), quienes señalan que uno de los factores relevantes en la fluctuación de hojas caídas es la especie vegetal. Prause *et al.* (2003), también encontraron una gran variabilidad interespecífica en la cantidad de hojas colectadas a largo del año, en estudio realizado en cuatro especies forestales en Argentina.

En los Cuadros 2 y 3 se presentan los resultados de los análisis foliares, según su época para cada tratamiento, con los datos obtenidos se determinó la transferencia de N, P, K, Ca y Mg en kg ha⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 4).

En la transferencia total (kg ha⁻¹ año⁻¹) de los nutrientes, se obtuvo mejores resultados en las especies *C. arborescens* Mill con 139.29, *C. alliodora* Ruiz & Pav. con 10.32, *L. leucocephala* Lam con 64.88 y *A. excelsum* (Kunth) Skeels con 216.89 y 29.87 kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg, respectivamente (Cuadro 4), coincidiendo con lo reportado por Ramírez (2003), quien encontró los mejores resultados en *C. arborescens* Mill al estudiar la transferencia de nutrientes en especies forestales asociadas con cacao.

Se presentaron concentraciones considerables de nitrógeno (N) y calcio (Ca), y en pequeñas cantidades fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) (Figura 2), coincidiendo con Mora (2004) quien obtuvo datos y tendencias similares en su estudio realizado en 10

especies forestales tropicales. Por otro lado, Gómez y Preston (1996) reporta mayores concentraciones de nitrógeno y fósforo y menores cantidades de calcio, potasio y magnesio, según estudio en *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.

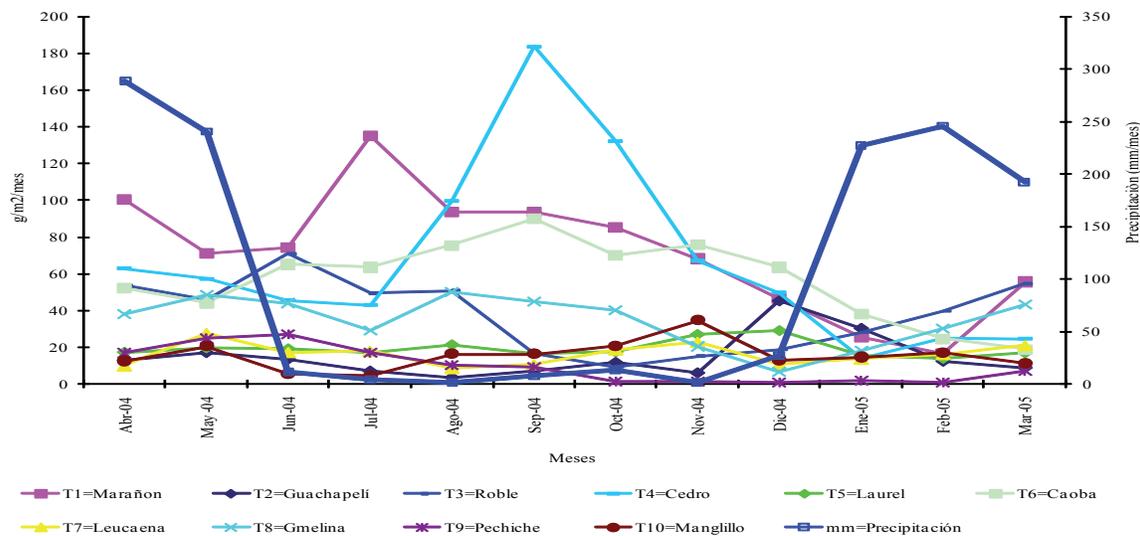


Figura 1. Aporte de hojas caídas ($\text{g m}^{-2} \text{mes}^{-1}$) de diez especies forestales y su relación con la precipitación, Finca experimental “La Represa” 2005

Cuadro 1. Aporte de hojas caídas ($\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$) de diez especies forestales, Finca experimental “La Represa” 2005

Tratamientos	E.S. (g m^2)	E.H. (g m^2)	$\text{g m}^2 \text{año}^{-1}$	$\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$	S†
T1 Marañón (<i>A. excelsum</i> (Kunth) Skeels)	597.44	269.74	867.17	8671.70	a
T4 Cedro de montaña (<i>O. floribunda</i> (Sw) Mez)	620.76	184.98	805.73	8057.33	a
T8 Gmelina (<i>G. arborea</i> Roxb)	415.66	314.50	730.16	7301.63	ab
T6 Caoba nativo (<i>C. arborescens</i> Mill)	505.30	179.03	684.33	6843.25	ab
T3 Roble (<i>T. rosea</i> Bertol.)	232.06	222.68	454.74	4547.35	bc
T7 Leucaena (<i>L. leucocephala</i> Lam.)	186.33	154.15	340.48	3404.75	c
T10 Manglillo (<i>S. tinctoria</i> (Kunth) K. Schum)	195.49	133.70	329.19	3291.93	c
T5 Laurel blanco (<i>C. alliodora</i> Ruiz & Pav.)	148.58	83.60	232.18	2321.75	c
T9 Pechiche (<i>V. gigantea</i> Kunth)	118.30	90.63	208.93	2089.25	c
T2 Guachapeli (<i>A. guachapele</i> Kunth)	95.55	82.48	178.03	1780.25	c

E.S. = Epoca seca. E.H. = Epoca húmeda

†Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan's ($p \leq 0,05$)

Cuadro 2. Contenido de nutrientes de hojas caídas en la época seca, de diez especies forestales, Finca experimental “La Represa” 2005

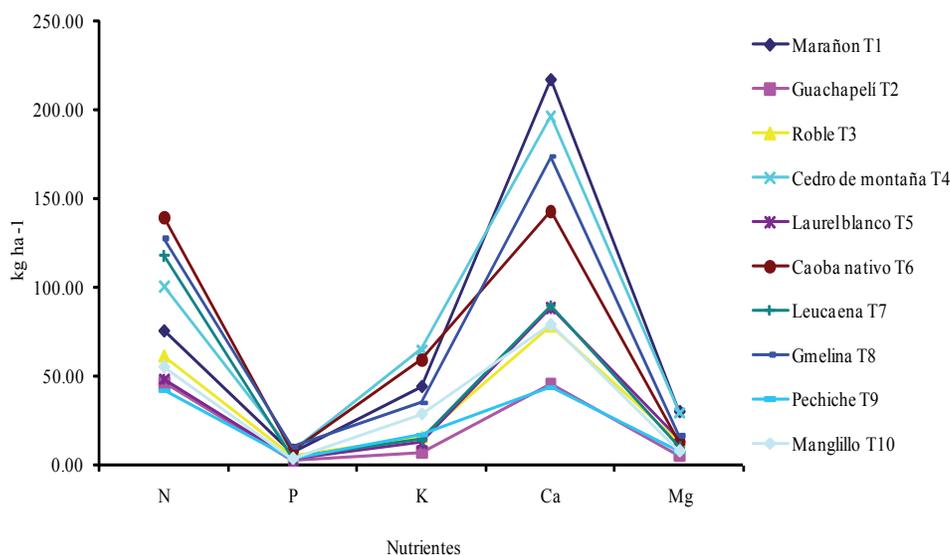
Tratamientos	Concentración %				
	N	P	K	Ca	Mg
T1 Marañón (<i>A. excelsum</i> (Kunth) Skeels)	0.90	0.08	0.52	2.61	0.36
T2 Guachapeli (<i>A. guachapele</i> Kunth)	2.20	0.10	0.51	2.62	0.30
T3 Roble (<i>T. rosea</i> Bertol.)	1.60	0.13	0.47	1.45	0.28
T4 Cedro de montaña (<i>O. floribunda</i> (Sw) Mez)	1.20	0.09	0.92	2.48	0.38
T5 Laurel blanco (<i>C. alliodora</i> Ruiz & Pav.)	1.80	0.13	0.56	4.30	0.66
T6 Caoba nativo (<i>C. arborescens</i> Mill)	1.80	0.10	1.07	1.92	0.16
T7 Leucaena (<i>L. leucocephala</i> Lam.)	2.70	0.10	0.58	2.70	0.30
T8 Gmelina (<i>G. arborea</i> Roxb)	1.40	0.15	0.67	2.26	0.20
T9 Pechiche (<i>V. gigantea</i> Kunth)	2.20	0.15	1.23	1.50	0.30
T10 Manglillo (<i>S. tinctoria</i> (Kunth) K. Schum)	1.80	0.09	1.25	2.31	0.24

Cuadro 3. Contenido de nutrientes de hojas caídas en la época húmeda, de diez especies forestales, Finca experimental “La Represa” 2005

Tratamientos	Concentración %				
	N	P	K	Ca	Mg
T1 Marañón (<i>A. excelsum</i> (Kunth) Skeels)	0.80	0.08	0.48	2.26	0.31
T2 Guachapelí (<i>A. guachapele</i> Kunth)	3.10	0.19	0.27	2.56	0.25
T3 Roble (<i>T. rosea</i> Bertol.)	1.10	0.10	0.21	2.02	0.30
T4 Cedro de montaña (<i>O. floribunda</i> (Sw) Mez)	1.40	0.10	0.42	2.30	0.33
T5 Laurel blanco (<i>C. alliodora</i> Ruiz & Pav.)	2.60	0.16	0.48	2.96	0.58
T6 Caoba nativo (<i>C. arborescens</i> Mill)	2.70	0.17	0.29	2.56	0.27
T7 Leucaena (<i>L. leucocephala</i> Lam.)	4.40	0.15	0.24	2.57	0.29
T8 Gmelina (<i>G. arborea</i> Roxb)	2.20	0.13	0.23	2.52	0.26
T9 Pechiche (<i>V. gigantea</i> Kunth)	1.80	0.18	0.28	2.86	0.43
T10 Manglillo (<i>S. tinctoria</i> (Kunth) K. Schum)	1.50	0.14	0.32	2.53	0.24

Cuadro 4. Transferencia total de nutrientes ($\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$) de las especies forestales, Finca experimental “La Represa” 2005

Total Transferencia ($\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$)									
	N		P		K		Ca		Mg
T4	139.29	T8	10.32	T6	64.88	T1	216.89	T1	29.87
T8	127.38	T6	8.10	T4	59.26	T4	196.49	T4	29.69
T7	118.13	T4	7.44	T1	44.01	T8	173.19	T8	16.49
T6	100.39	T1	6.94	T8	35.08	T6	142.85	T5	14.65
T1	75.35	T3	5.24	T10	28.71	T7	89.92	T3	13.18
T3	61.62	T7	4.18	T9	17.09	T5	88.63	T6	12.92
T10	55.24	T10	3.63	T3	15.58	T10	78.98	T7	10.06
T5	48.48	T9	3.41	T7	14.51	T3	78.63	T10	7.90
T2	46.59	T5	3.27	T5	12.33	T2	46.15	T9	7.45
T9	42.34	T2	2.52	T2	7.10	T9	43.66	T2	4.93

**Figura 2. Transferencia total de nutrientes ($\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$) de las especies forestales, Finca experimental “La Represa” 2005**

CONCLUSIONES

Durante el año de estudio la especie que presentó mayor producción de hojas caídas fue el *A. excelsum* (Kunth) Skeels con 8671.70 kg ha⁻¹ año⁻¹. El mayor aporte de hojas caídas se obtuvo en el periodo seco. El *O. floribunda* (Sw) Mez registró el aporte máximo en este periodo con 620.76 g m². La especie que tuvo una menor cantidad de hojas caídas tanto en el periodo seco como en el húmedo fue el *A. guachapele* Kunth con 95.55 y 82.48 g m² respectivamente. La mayor transferencia total de nutrientes se registró en las especies *C. arborescens* Mill con 139.29, *G. arbórea* Roxb con 10.32, *O. floribunda* (Sw) Mez con 64.88 y *A. excelsum* (Kunth) Skeels con 216.89 y 29.87 de N, P, K, Ca y Mg (kg ha⁻¹ año⁻¹) respectivamente. Las especies que contienen mayor concentración de los elementos, no necesariamente aportan más nutrientes al suelo, su aporte está en función de la cantidad de hojas caídas, como el *A. guachapele* Kunth que posee concentraciones mayores de nitrógeno en sus hojas, pero aporta menor cantidad de N al suelo.

LITERATURA CITADA

- Berg, B.; and Agren, G. I. 1984. Decomposition of needle litter and its organic chemical components: theory and field experiments. *Canadian Journal of botany* 62: 2880-2888.
- Caldentey, J. et al. 1998. Modificación en el aporte y la descomposición de hojarasca por manejo silvícola. Universidad de Chile (en línea). Santiago, CL. Consultado 08 jul. 2001. Disponible en <http://www.Iufro.Boku.ac.at/iufro/iufronet/d6wu60304/potencias/tema3/caldenteyj.html>
- Fassbender, H. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2 ed. CATIE (Serie de materiales de enseñanza N° 29). 491 p.
- González, H. y Gallardo, J. 1982. N efecto hojarasca: Una revisión. *An. Edaf. Agrobiol.* 41, I .129-1.157.
- Gómez, M. y Preston R. 1996. Ciclaje de nutrientes en un banco de proteína de matarratón (*Gliricidia sepium*). *Livestock Research for Rural Development.* 8: 1-8.
- Goya, J., Frangi J., Dalla, F., Marcó, M. y Larocca, F. 1997. Biomasa, productividad y contenido de nutrientes en plantaciones de *Eucalyptus grandis* en el NE de la Provincia de Entre Ríos. XII Jorn. Forestales de Entre Ríos, Concordia, octubre de 1997, III: 1-19.
- Herrera, M., Del Valle, J., y Orrego, S. 2001. Biomasa de la vegetación herbácea y leñosa pequeña y necromasa en bosques tropicales primarios y secundarios de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de ciencias forestales. Medellín-Colombia. Consultado 3 Febrero 2004. Disponible en <http://www.uach.cl/procarbono/simposio/28%20-%HERRERA.pdf>.
- Hernández, I., Santa Regina, I. y Gallardo, J. 1992. Dinámica de la descomposición de la hojarasca forestal en bosques de la Cuenca del Duro (Provincia de Zamora): Modelización de la pérdida de peso. En: *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 6: 339-355.
- Holgridge, L. 1987. *Ecología basada en las zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- ICA. 1989. El Análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Manual de Asistencia Técnica N° 47. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, 236 p.
- Macdicken, K. 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Forest carbon Monitoring Program. Winrock International Institute for Agricultural Development (WRI).
- Mora, L. 2004. Determinación del volumen de 10 especies forestales por el método de regresión y aporte de biomasa de hojas al suelo, Finca Experimental "La Represa". Tesis de grado UTEQ.
- Moretto, A., Lázzari, A. y Fernández, O. 2005. Calidad y cantidad de nutrientes de la hojarasca y su posterior mineralización en bosques primarios y bajo manejo con distintos sistemas de regeneración. Argentina. Módulo Lengua – Subproyecto 5, PIARFON BAP. 17 p.
- Montagnini, F., Fanzeres, A., y Guimaraes Da Vinha, S. 1994. Estudios de restauración en la región del Bosque Atlántico de Bahía, Brasil. *interciencia* 19(6): 323-330.
- Padrón, E. 1996. Diseños Experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. México. Trillas. 215 p.
- Palma, R., Prause, J., Fontanive, A., and Jiménez, M. 1998. Litter fall and litter decomposition in a forest of the Parque Chaqueño Argentino. *Forest Ecology and Management.* 106 : 205- 210.
- Prause, J. y Angeloni, P. 1995. Argentina. Fenología de especies forestales nativas: Abcisión de hojas. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas - Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE. Consultado 6 Noviembre 2003. Disponible en http://www.unne.edu.ar/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_058.pdf.
- Prause, J., Angeloni, P. y Arce, G. 2003. Variación mensual en el aporte de hojas de cuatro especies forestales nativas del Parque Chaqueño húmedo (Argentina). *Revistas de Ciencias Forestales-Quebracho* 10: 39-45.
- Pritchett, W. 1986. Suelos forestales. Propiedades,

- y mejoramiento. Editorial LIMUSA. México.
- Ramírez, G. 2003. Evaluación de biomasa de hojas caídas y otros indicadores en las asociaciones de especies forestales con *Theobroma cacao* L. Var. CCN51 en la zona central del litoral ecuatoriano. Tesis de maestría en ciencias forestales. Pinar del Río, Cuba. UIA, Quevedo, Ecuador.
- Santa Regina, I. 1987. Contribución al estudio de la dinámica de la materia orgánica y bioelementos en bosques en la Sierra de Béjar. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca. Salamanca, España.
- Salas J. y Infante A. 2006. Producción primaria neta aérea en algunos ecosistemas y estimaciones de biomasa en plantaciones forestales. *Rev. For. Lat.* 40: 47- 70.
- Vargas-Parra L. y Varela A. 2007. Producción de hojarasca de un bosque de niebla en la reserva natural la planada (Nariño, Colombia) *Universitas Scientiarum* - Edición especial, Vol 12, 35-49.
- Vitousek, P., Turner, D., Parton, W. y Sanford, Y. 1994. Litter decomposition on the Mauna Loa environmental matrix, Hawaii: patterns, mechanisms, and models. *Ecology* 72: 418-429.