



Contribución de la hojarasca a los componentes del suelo en rodales de *Pinus caribaea* var. *Caribaea*

Contribution of litter to soil components in stands of *Pinus caribaea* var. *Caribaea*

Darien Miranda Pérez¹, Katuska Ravelo Pimentel²

¹Estudiante de Ciencias Agrónomas. Universidad de Pinar del Río, Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Departamento Agronomía de Montaña, Cuba. Correo electrónico: darien.miranda@estudiantes.upr.edu.cu

²Ingeniero Agrónomo. Doctora en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Pinar del Río, Cuba.

Recibido: 24 de enero 2019

Aprobado: 02 de mayo 2019

RESUMEN

La siguiente investigación se realizó en rodales de la Unidad Silvícola Santa Lucia, perteneciente a la Empresa Agroforestal Minas; tiene como objetivo evaluar la contribución de la hojarasca a los componentes del suelo en rodales de *Pinus caribaea* var. *Caribaea*. La hojarasca fue colectada en tres calidades de sitio: Rodal 1 con calidad de sitio I, Rodal 3 con calidad III y el Rodal 7 con calidad de sitio II, en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *Caribaea*, en edades comprendidas entre 9 y 20 años. Se obtuvieron muestras de suelo con y sin hojarasca, así como de suelo de la profundidad de la calicata y la superficie, para determinar el aporte de nutrientes y de materia orgánica, de la hojarasca al suelo por este concepto. El análisis estadístico arrojó que no hay diferencias significativas en los elementos, K₂O, Mg²⁺, N; mientras que en los elementos: fósforo y materia orgánica sí se

ABSTRACT

The following investigation was carried out in stands of the Santa Lucia Forestry Unit, belonging to the Mining Agroforestry Company; It aims to evaluate the contribution of litter to soil components in stands of *Pinus caribaea* var. *Caribaea*. The litter was collected in three site qualities: Stand 1 with site quality I, Stand 3 with quality III and Stand 7 with site quality II, in *Pinus caribaea* var. *Caribaea*, aged between 9 and 20 years. Samples of soil with and without litter were obtained, as well as soil from the depth of the calicata and the surface, to determine the contribution of nutrients and organic matter, from the litter to the soil for this concept. The statistical analysis showed that there are no significant differences in the elements, K₂O, Mg²⁺, N; while in the elements: phosphorus and organic matter if significant differences were found in all cases.

encontraron diferencias significativas en todos los casos.

Palabras clave: Calicata; fósforo; hojarasca; suelo; materia orgánica; potasio; rodal.

Keywords: Calicata; phosphorus; litter; soil; organic matter; potassium; stand.

INTRODUCCIÓN

En los suelos forestales, se depositan diferentes materiales, provenientes de distintos estratos de la vegetación, como las hojas, ramas, inflorescencias, cuyo conjunto se denomina hojarasca; de ello, la hoja es la fracción más importante en los ecosistemas forestales (Barreto *et al.*, 2018).

La hojarasca determina la estabilidad y el funcionamiento del ecosistema, constituye la fuente principal de circulación de materia orgánica, energía y nutrimentos entre las plantas y el suelo; su contenido depende del balance entre los procesos de acumulación y descomposición, lo cual está determinado por la especie vegetal y su composición química, por citar algunos factores (Sánchez *et al.*, 2009).

La cantidad de bioelementos contenidos en la hojarasca constituye la principal fuente de nutrimentos incorporados al suelo, una vez que esta se descompone (Del Valle, 2003). Por lo cual, la evolución y velocidad de la descomposición es clave para el funcionamiento de los bosques, ya que, si los nutrientes son liberados rápidamente, se pierden por lixiviación edáfica o por volatilización (Schlesinger, 2000; Castellanos y León, 2011).

Por el contrario, si la descomposición es muy lenta, los nutrimentos disponibles pueden ser insuficientes y limitar el crecimiento y el desarrollo de las plantas (Montagnini y Jordan, 2002; Castellanos y León, 2011). El patrón general para la pérdida de peso de la hojarasca en descomposición comprende dos fases de estado: una inicial de rápido desarrollo por el lavado de compuestos solubles y

la descomposición de materiales hábiles (azúcares, algunos fenoles, almidones y proteínas); y una segunda, más lenta, resultado de la baja descomposición de elementos recalcitrantes como la celulosa, hemicelulosa, taninos y lignina (Arellano *et al.*, 2004)

En los bosques montanos tropicales, los nutrientes liberados del mantillo representan la fuente principal de abastecimiento y de mantenimiento de la fertilidad del suelo (Parzych y Trojanowski, 2006), que satisfacen las necesidades de los vegetales (García-Oliva *et al.*, 2003; Barreto y León, 2005).

Según Kuruvilla *et al.*, 2016, la investigación sobre la descomposición de la hojarasca es útil para determinar la cantidad de nutrientes que pasan del reservorio de la hojarasca al suelo mineral y cómo influyen en su fertilidad. Según González-Rodríguez *et al.*, (2013) y López *et al.*, (2015) han realizado estudios en el Matorral Espinoso Tamaulipeco sobre ese tema y el aporte de nutrientes vía caída de hojarasca.

La hojarasca representa la mayor ruta de retorno de materia orgánica para la biota acuática y terrestre de los bosques como fuente de suministro y mantenimiento de la fertilidad del suelo, que satisface las necesidades nutricionales de las especies vegetales, (Parzych y Trojanowski, 2006; Wang *et al.*, 2008).

Las investigaciones en el trópico han comparado ecosistemas manejados y no intervenidos (Del Valle, 2003; Dale y Polasky, 2007) y han determinado la importancia de esta hojarasca en la

creación de refugios para la conservación de la biodiversidad.

La gran variedad de ecosistemas tropicales que se desarrollan sobre condiciones edafoclimáticas diferentes, plantea la necesidad de aplicar tecnologías de aprovechamiento acorde con las características propias de cada formación vegetal, lo cual requiere de un estudio integral de sus ecosistemas y donde el conocimiento del comportamiento de la hojarasca es un indicador a tener en cuenta, por su importancia en la estabilidad y funcionamiento de los mismos.

Teniendo en cuenta todo lo anterior se propone el siguiente **objetivo general**: Evaluar la contribución de la hojarasca a los componentes del suelo en rodales de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* de la unidad silvícola Santa Lucía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidad de estudio

La Empresa Agroforestal Minas se ubica en el municipio de mismo nombre; limita: al este con el municipio Viñales; al oeste y suroeste, con el municipio Mantua y Guane respectivamente; al sur, con el municipio San Juan y Martínez y al norte, con el archipiélago de Los Colorados.

Esta empresa se encuentra estructurada por dos Unidades Silvícolas (Santa Lucía y Sumidero), cuenta con un patrimonio forestal de 59 173.5 hectáreas; de estas, 29 477,5 hectáreas pertenecen a la Unidad Silvícola Santa Lucía y 29 696 hectáreas a la Unidad Silvícola Sumidero.

Debido a la extensión del territorio, su patrimonio presenta gran variabilidad de relieve, ya que existen diferentes tipos en esta región. El relieve es ligeramente alomado.

En relación con el clima, como en todo el territorio nacional, la cantidad de lluvia

aumenta de la costa hacia el interior de la isla y desde las zonas llanas hacia las elevaciones. El gradiente de precipitación es de 55-60 milímetros por cada 100 metros de elevación y el promedio anual de precipitaciones es de 1520,1 milímetros. La poca fluctuación de las temperaturas es un rasgo característico del clima de Cuba. La temperatura media en el territorio es de 26,6 °C; el mes más frío es enero con 22,6 °C y el más caliente es agosto con 29,1 °C (ICGC, 1982)

Sitio de estudio

El estudio se comienza a realizar en enero del 2016 y se extiende hasta diciembre de 2018. Se seleccionaron tres rodales para realizar el estudio teniendo en cuenta la calidad del sitio. Estos fueron: Rodal 1 con calidad de sitio I, Rodal 3 con calidad de sitio III y Rodal 7 con calidad de sitio II. Se montaron 3 parcelitas de 30 x 30 m. por cada rodal para la colección de la hojarasca; la especie predominante es *Pinus caribaea* var. *Caribaea* con edades comprendidas entre 9 y 20 años, regenerado espontáneamente después de la tala de una plantación anterior de 30 años de edad. Los tres rodales están establecidos sobre pendientes moderadas, es decir, terrenos prácticamente llanos y de exposición norte.

2.1 Trabajo de Campo

2.1.1 Colecta de la hojarasca

Para la colecta de la hojarasca, se utilizó el método de áreas Pares de Wiegert y Evans (1964), modificado por Lomnicki et al., (1968) y adaptado por Rodríguez (1986) para ecosistemas boscosos.

Fueron colocadas trampas colectoras de hojarasca de forma rectangular de 1X0.5 m. Se situaron 3 réplicas por área (9 en total), de forma aleatoria, es decir, al azar; cada sitio-réplica posee una dimensión de 1 m². El material colectado, luego de recogido, fue embolsado y debidamente etiquetado para su traslado.

Se realizaron 2 muestreos con un intervalo de tiempo de 20 días.

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio y se separaron en sus componentes (ramitas, acículas y hojas de otras plantas, flores-frutos) y se pusieron en la estufa a 100°C hasta peso constante. Posteriormente, se pesaron en la balanza analítica y se expresó su resultado en g.m².

2.2 Método para obtener las muestras de suelo

La toma de muestra de suelo se realizó utilizando el método de zig-zig, según Martín y Cabrera (1987), donde se obtuvieron dos muestras representativas por rodal y se tuvieron en cuenta las condiciones del mismo. Se seleccionaron un suelo con hojarasca y otro sin ella; se tomaron de cada uno 3 muestras de la superficie, de 0 a 9 cm. y 3 de la profundidad, de 25 a 30 cm., con los cuales se realizaron los estudios agroquímicos del suelo.

2.3 Trabajos de laboratorio y Técnicas analíticas empleadas

Humedad

Los resultados del análisis del suelo se expresan en base a suelo seco en estufa. El contenido del porcentaje de humedad de la muestra seca al aire se determina antes de realizar el análisis del mismo.

Procedimiento

Tomar el crisol o pesafiltro y llevar a estufa a 105°C hasta peso constante. Transferir al crisol o pesafiltro tarados, aproximadamente 5g. de muestra de suelo seco al aire y llevar a estufa a 105°C durante toda una noche o por 18 horas.

Pesar el crisol o pesafiltro tapados a la desecadora y mantener en la misma durante 30 minutos.

Pesar en balanza analítica.

Calcular el % de humedad por:

$$\% H_2O = \frac{C-A}{B-A}$$

Donde:

A = Peso constante del crisol o pesafiltro a 105°C

B = Peso del crisol + muestra seca al aire

C = Peso del crisol + muestra seca a 105°C

Factor para corregir los resultados analíticos en (fch) se calcula por:

Factor de corrección de la humedad

$$Fch = \frac{100 + \% \text{ humeda}}{100}$$

Materia orgánica y cenizas

Procedimiento

Pesar 2g. del material seco al aire en crisoles de 25 cm³, previamente tarados a 550°C.

Llevar a la mufla, elevando la temperatura paulatinamente (de 50 en 50°C) para evitar pérdida en la combustión. Alcanzada la temperatura de 550°C, mantener el crisol en la mufla durante 3 horas.

Apagar la mufla y cuando la temperatura en la misma sea inferior a 100 °C, extraer el crisol y si se han formado sustancias carbonizadas de difícil combustión, déjese enfriar el crisol y humedezca el contenido con 6 u 8 gotas de ácido nítrico concentrado y/o la misma cantidad de peróxido de hidrógeno (H₂O₂).

Evaporar en mechero y bajo campana la solución añadida hasta desecación e incinerar de nuevo hasta 550 °C, colocarlo en la desecadora durante 30 minutos.

Pesar en balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

Humedecer las cenizas con agua destilada y disolverlas con 5 ml. de ácido clorhídrico 1+1 (repartidas en 2 adiciones de 2.5 ml.) y pesar cuantitativamente a matraz aforado de 100 ml. Enrasar con agua destilada, agitar y dejar en reposo durante 18 horas (solución A).

Tomar 10 ml. de la solución A y llevar a matraz aforado de 100 ml. Enrasar con agua destilada y agitar (solución B).

Calcular el % de cenizas y por vía indirecta el de materia orgánica.

Fósforo total

Procedimiento

Tomar una alícuota de 5 o 10 ml. de la muestra mineralizada (solución B) colocar en matraz aforado de 50 ml. o erlenmeyer de 100 ml.

Añadir 25 ml. de solución colorante y enrasar con agua destilada (si se trabaja en matraz aforado) o 20 o 15 ml. de agua destilada (en dependencia de la alícuota tomada) para completar a 50 ml. el volumen final del erlenmeyer. Agitar y dejar en reposo durante 15 minutos para lograr el máximo desarrollo del color.

Leer el espectrofotocolorímetro a 410 nm. de longitud de onda o en fotocolorímetro con filtro azul.

Calcular el % de P total.

Potasio total

Procedimiento

Tomar una porción de la muestra mineralizada (solución B) y leer en el fotómetro de llama.

Determinar la concentración de K en el gráfico de calibración.

Calcular el % de K total.

Nitrógeno total

Procedimiento

Pesar en balanza analítica de 0.20 a 0.25 g. de la muestra seca al aire, finamente molida y pasada por tamiz de 0.25 mm.

Introducir en el recipiente que se posea para la digestión y añadir de 5-6 ml. de la mezcla de selenio-ácido sulfúrico o de 5 a 6 ml. de ácido sulfúrico concentrado con una perla de selenio.

Poner en la fuente de calor (para digestión) a temperatura de 360-410°C, hasta que la solución quede transparente o con color ligeramente amarillo, el cual se hará transparente al enfriarse el extracto. (De no emplearse balones para la digestión a los recipientes utilizados se les colocará bombillas refrigerantes para propiciar el reflujo y evitar sequedad en las muestras).

Enfriar el extracto y trasvasar a matraces aforados de 100 ml. Enrasar con agua destilada. Agitar y dejar en reposo hasta el día siguiente.

Tomar 1 ml. de extracto y llevar a matraz aforado de 50 ml., adicionándole todas las disoluciones en el mismo orden que en el gráfico de calibración, excepto la disolución patrón. Enrasar y leer en el fotocolorímetro con filtro azul o en el espectrofotocolorímetro a 410-420 nm.

Calcular el contenido de N total.

2.4 Análisis estadístico

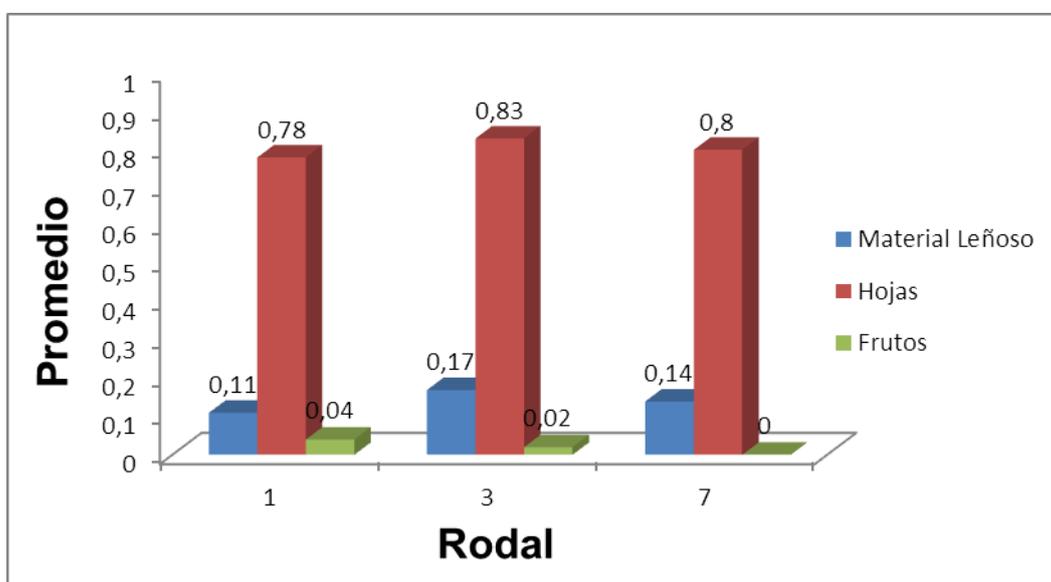
Después de obtener los resultados del laboratorio, se procedió a realizar un análisis de varianza (Variables independientes), sometidos a una prueba de Kruskal Wallis, ya que los datos no siguen una distribución normal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación física de la hojarasca

Como se puede apreciar en la gráfica 1, se promediaron la cantidad de hojas, frutos y ramitas de maderas en el volumen de hojarasca recolectado en los muestreos, lo que demostró que es la masa de hojas la que ocupa un mayor volumen. Además, en los muestreos realizados se pudo apreciar que en la masa de hojarasca recolectada en los muestreos también coincide con un mayor volumen de hojas. Estos

resultados corresponden parcialmente con lo reportado por Morales (2007) y son superiores a los reportados por Menéndez et al., (2005) los cuales, en su estudio en bosques tropicales, reportaron valores de hojas por debajo de 0.71; en cambio, se encuentran en el rango reportado por Rodríguez (2010); González et al., (2011) observadas previamente en estudios llevados a cabo en el MET y en el matorral desértico micrófilo donde se observaron contenidos de 0.77 a 0.90; los mismos plantean que esto se debe a que las hojas son retenidas durante menos tiempo en el árbol.



Gráf. 1- Determinación física de la hojarasca.

Contenido de humedad de la hojarasca

Como se puede apreciar en la tabla, el contenido de humedad de la hojarasca se comportó de entre 43,74 y 69,20 % y existe un mayor contenido de humedad correspondiente al rodal número 3. Este resultado se corresponde con lo analizado en el epígrafe anterior que demostró que el rodal 3 es donde mayor cantidad de mantillo u hojarasca se recolectó; esto se atribuye a que es el rodal más poblado y con mayor copa en sus pinos, lo que limita, en cierta medida, la entrada de sol al suelo donde se

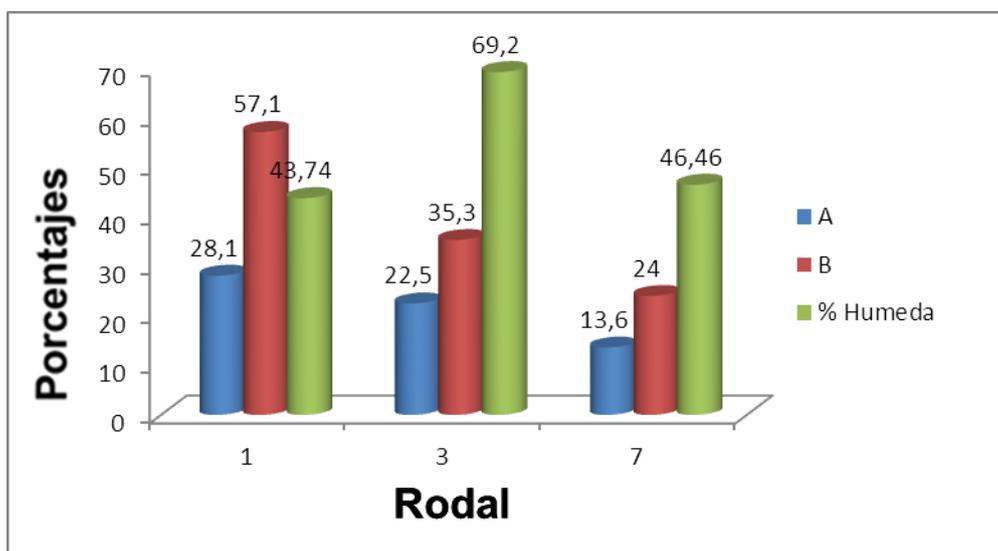
encontraba la hojarasca, lo que permitió que esta se encontrara con mayor contenido de humedad.

Tabla - Contenido de humedad de la hojarasca

Rodal	A	B	% Humedad	Fch
1	28,1	57,1	43,74	1,43
3	22,5	35,3	69,20	1,78
7	13,6	24	46,46	1,51

Si se representan estos resultados en un gráfico de barra, se puede observar, más

claramente, cómo en el rodal 3 hay mayor porcentaje de humedad.

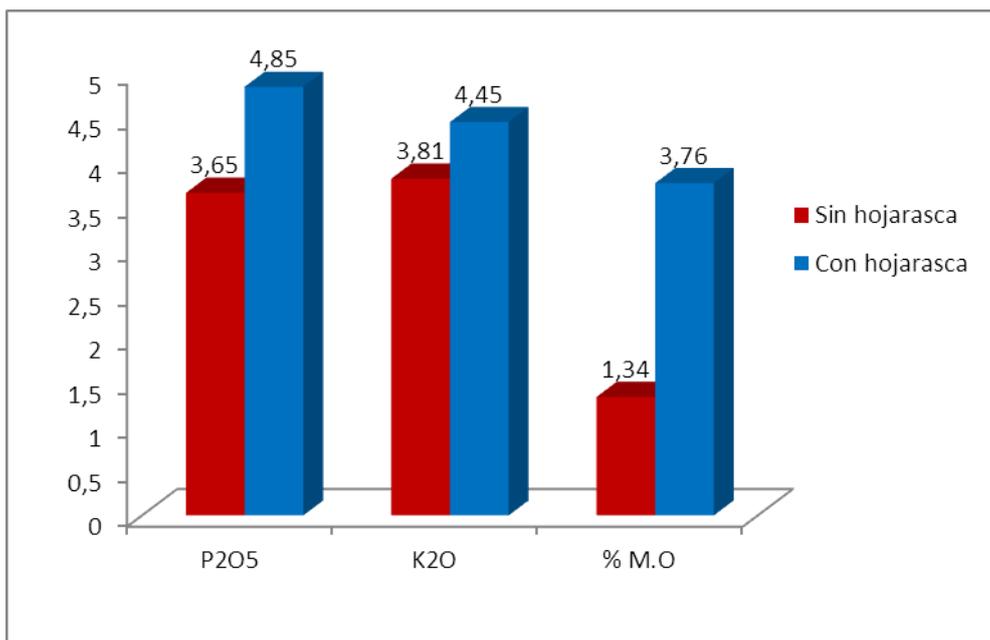


Gráf. 2 - Comparación de masa seca (A), masa húmeda (B), humedad de los rodales

Análisis agroquímico del suelo con y sin hojarasca

Cuando se analiza la gráfica 3, se observa que, en los suelos sin hojarasca, el comportamiento de los componentes químicos es similar, sean estos macros o microelementos, así como la materia orgánica, pues no existe diferencia significativa entre los elementos estudiados, sin embargo, en los suelos con hojarasca se aprecia un aporte

considerable, lo que resulta las diferencias significativas para el fósforo y la diferencia más marcada para la materia orgánica. Es claro que esto suceda, pues la materia orgánica no es una mezcla estable de sustancias químicas, es más bien una mezcla dinámica en constante cambio, que representa cada etapa de la descomposición de la materia orgánica muerta, desde la más simple a la más compleja (Gaspar et al., 2015).



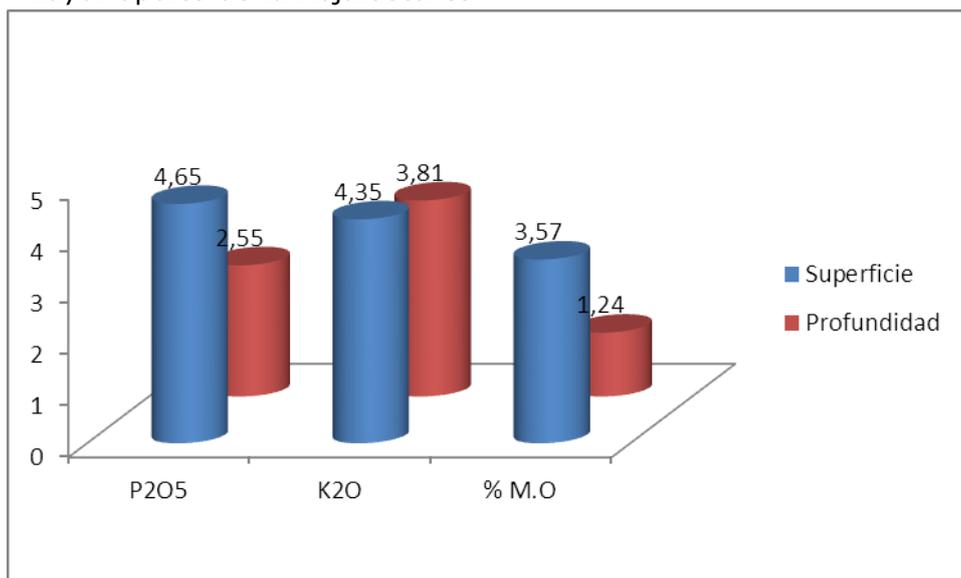
Gráf. 3- Análisis agroquímico del suelo con y sin hojarasca

Análisis agroquímico del suelo según su profundidad

Cuando se analiza la gráfica 4, la cual muestra el análisis agroquímico para suelos superficiales de 0 a 9 cm. y en la profundidad de 25 a 30 cm., los resultados muestran que se produjo una disminución de cada componente presente en el estudio de los suelos profundos, lo que evidencia claramente que el mayor aporte de la hojarasca es

más acentuado en la parte superficial del suelo; se destaca en ambos casos que hay diferencias significativas en cuanto a los componentes fósforo y materia orgánica.

Estos resultados difieren de los obtenidos por Morales (2007), quien en su estudio no encontró diferencias significativas en ninguno de los componentes cuando comparaba superficie y profundidad.



Gráf. 4- Análisis agroquímico del suelo según su profundidad

CONCLUSIONES

En la determinación de la composición física de la hojarasca, el elemento predominante es la hoja, en un porcentaje muy superior al resto de los componentes.

Las diferencias significativas en el suelo con y sin hojarasca por rodales las marcan los componentes fósforo y materia orgánica y son estos los de mayor porcentaje en los suelos estudiados.

El mayor aporte de nutrientes y materia orgánica se produce en la superficie del suelo y disminuye apreciablemente en el suelo extraído de las calicatas hechas en los rodales, lo que mantiene las diferencias significativas en cuanto a los componentes fósforo y materia orgánica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barreto S., W., E. Périco, M. Schmidt D., M. Santos and R. L. Cajaiba. 2018. Are litterfall and litter decomposition processes indicators of forest regeneration in the neotropics? Insights from a case study in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 429: 189-197.

Castellanos, B. J y J. D. León. 2011. Descomposición de hojarasca y liberación de nutrimentos en plantaciones de *Acacia mangium* (Mimosaceae) establecidas en suelos degradados de Colombia. *Revista de Biología Tropical* 59(1): 113-128.

Fuentes N, Rodríguez B. Eficiencia en el retorno potencial de nutrientes vía hojarasca de un bosque tropical de ribera. Sierra Nevada de Santa Marta Colombia. *Acta biol. Colomb.* 2012;17(1):51-66.

Gaspar E, González M, Ramírez N, Ailvarez J. Litter accumulation and decomposition in secondary forests of

the southern Sierra Madre of Chiapas, Mexico. *Bosque.* 2015;36(3):467-480. Doi:10.4067/S0717-92002015000300013.

González-Rodríguez, H., R. G. Ramírez-Lozano, I. Cantú-Silva, M. V. Gómez-Meza, M. Cotera-Correa, A. Carrillo-Parra y J. J. Marroquín-Castillo. 2013. Producción de hojarasca y retorno de nutrientes vía foliar en un matorral desértico micrófilo en el noreste de México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 19(2): 249-262.

Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. (ICGC). 1982. Hojas cartográficas de La Palma, Viñales y Minas de Matahambre.

Kuruvilla, T., C. M. Jijeesh and K. K. Seethalakshmi. 2016. Litter production and decomposition dynamics of a rare and endemic bamboo species *Munrochloa ritcheyi* of

Western Ghats, India. *Tropical Ecology* 57(3): 601-606.

Larned S. Dynamics of coarse riparian detritus in a Hawaiian stream ecosystem: a comparison of drought and post-drought conditions. *J North Am Benthol Soc.* 2018, 19 (2):215-234.

López J, González H, Ramírez R, Del Valle J, Gómez V. Producción de hojarasca y depósito potencial de nutrientes de las hojas en el Matorral Espinoso Tamaulipeco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales.* 2015;6 (30):74-89.

Marín D, Guedez Y, Márquez L. Las plantaciones de guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) y bambú (*Bambusa vulgaris*Schrad.) de San Javier, estado Yaracuy, Venezuela. II. Aporte de nutrimentos y descomposición de la hojarasca. *Rev Fac Agron.* 2011;28:185-204.

Murovhi NR, Materechera S, Mulugeta S. Seasonal changes in litter fall and its quality from three sub-tropical fruit tree

species at Nelspruit, South Africa. *Agroforestry Systems*. 2012;86:61-71.

Quintero J, Brochero H, Manrique P, Barrera M, Basso C, Romero S, et al. Ecological, biological and social dimensions of dengue vector breeding in five urban settings of Latin America: a multi-country study. *BMC Infectious Diseases*. 2014;14(1):38.

Rodríguez, H.E.J., 2010. "Producción de hojarasca y retorno potencial de

nutrimentos, vía hojas en diferentes tipos de vegetación, noreste de México". Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León, México. 60 pp.

Doi:10.1186/1471-2334-14-38
Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). 2013. Statistical Package for the Social Sciences. Ver. 22.SPSS Inc. Armonk, NY USA. n/p.

Copyright (c) Darien Miranda Pérez, Katuska Ravelo Pimentel



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional