

Humberto González-Rodríguez¹, José Nieves Carmona-Pequeño¹, Juan Manuel López-Hernández^{2*}, Israel Cantú-Silva¹, José Guadalupe Marmolejo-Mosiváis¹, Marco Vinicio Gómez-Meza³

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León, México.

²Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, SLP, México.

³Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México

E-mail: juan.manuel.lopez@uaslp.mx

Introducción.

La importancia de la hojarasca en el retorno de nutrimentos y la acumulación de materia orgánica en el suelo ha sido ampliamente documentada en diferentes ecosistemas. Más de la mitad de la absorción anual de nutrimentos en el bosque es debido a la reincorporación de la hojarasca al suelo y el subsiguiente reciclaje de estos nutrimentos representa la principal fuente de minerales disponibles. Adicionalmente, el depósito de hojarasca es importante, ya que produce un mantillo orgánico sobre la superficie del suelo, el cual, a través de su descomposición por la actividad microbiana y factores ambientales, tendrá un efecto sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

Material y Métodos.

Sitio de Estudio

La investigación se llevó a cabo en tres localidades del Campus Ecológico "Bosque Escuela" de la Universidad Autónoma de Nuevo León, localizado en el municipio de Iturbide, N. L.

Iturbide, NL.	
Coordenadas:	(24° 42' 28" N 99° 51' 43" O)
Altitud:	1600 msnm
Vegetación:	Bosque de Pino, Encino y Pino-Encino
Temperatura:	14 °C
Precipitación:	635 mm Promedio anual

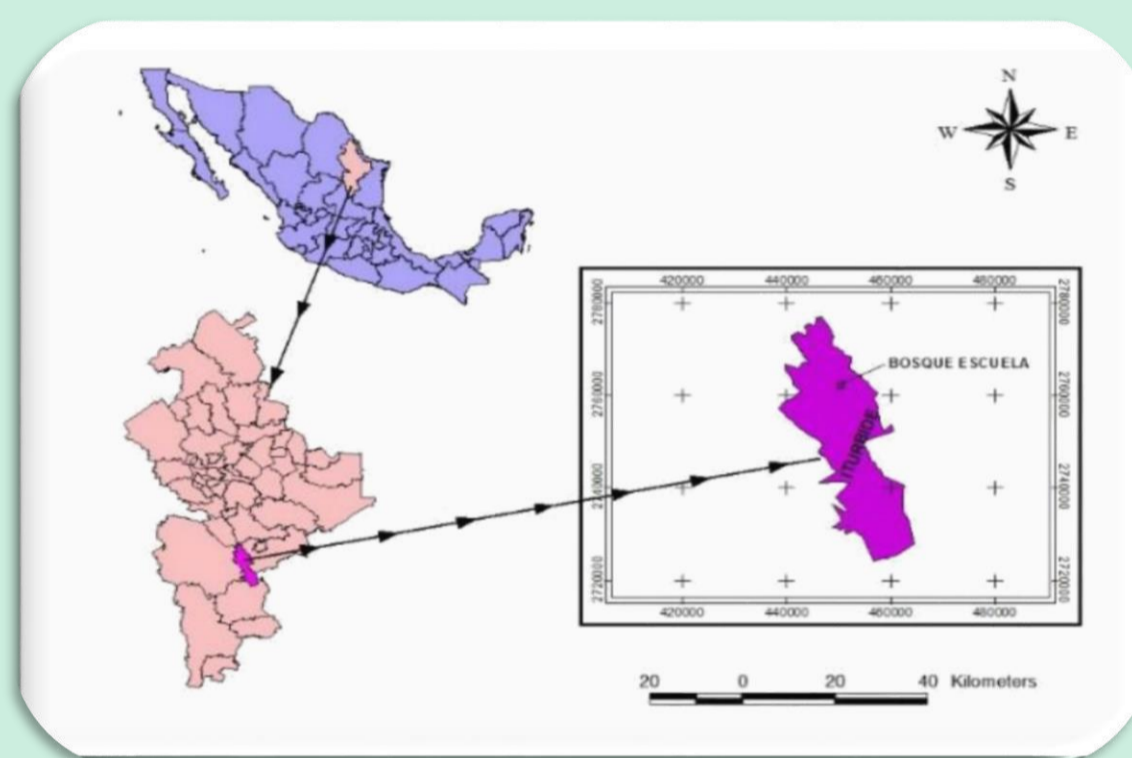


Figura 1. Localización de los sitios de estudio

Frecuencia de muestreos y Producción de Hojarasca

En una parcela experimental (50 m x 50 m), sin disturbio, representativa por tipo de vegetación, se ubicaron diez canastas (1.0 m²) distribuidas en forma aleatoria en cada parcela del sitio. La recolecta de hojarasca se realizó quincenalmente de Enero-Diciembre de 2017.



Análisis químico

De cada muestra (repetición) proveniente de cada sitio y mes de colecta, se usó 1.0 g para determinar el contenido de minerales. Para la determinación de Ca, K, Mg, Cu, Mn, Fe y Zn se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica mediante el uso de un espectrofotómetro marca Perkin-Elmer, modelo PinAAcle-900F, mientras que el P se cuantificó utilizando un espectrofotómetro UV-VIS Perkin-Elmer, modelo LAMBDA 650. Todos los análisis químicos se realizaron de acuerdo a las técnicas analíticas de digestión descritas por la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales (1997).

Variables ambientales

En cada sitio de estudio se instalaron sensores automatizados tipo HOBO (Familia H8, Forestry Suppliers, Inc.) para registrar variables ambientales tales como la temperatura ambiente (°C) y precipitación (mm) usando el sensor HOBO Pro-Series Onset RH Temp.

Variables ambientales	
Precipitación anual :	731mm
HR:	74 %
Temperatura:	18 °C

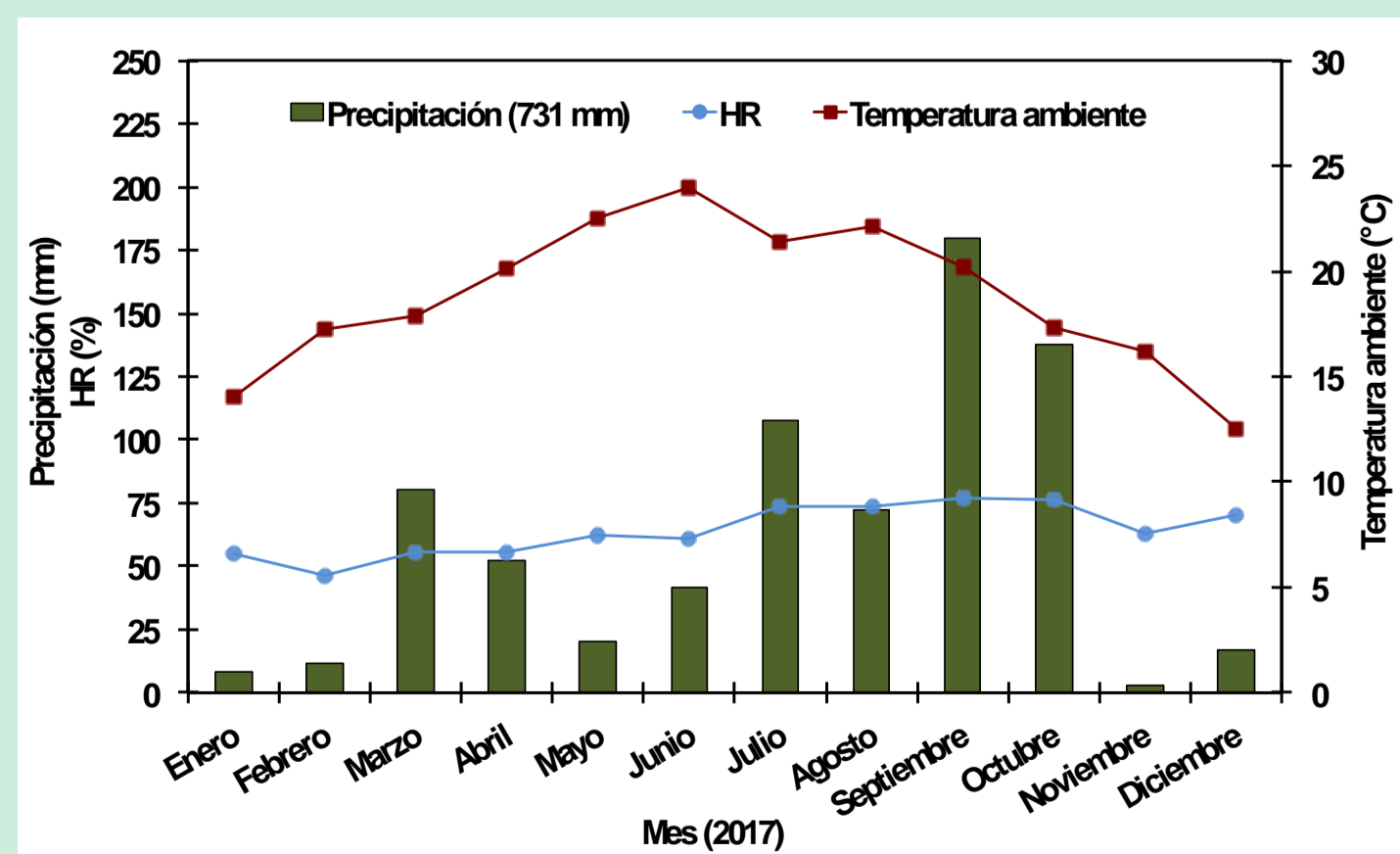


Figura 2. Temperatura (°C), Humedad Relativa (%) media mensual y Precipitación (mm) presente en el sitio de estudio.

Análisis estadísticos

Los datos de producción de hojarasca y contenido de nutrimentos, se sometieron a pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas, dado que no cumplieron con los supuesto de normalidad, la comparación de medias entre sitios para cada fecha de muestreos y depósito anual de la hojarasca y nutrimentos se realizó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con una nivel de probabilidad de $P=0.05$. Los procedimientos estadísticos fueron realizados con el Paquete Estadístico SPSS.

Resultados y Discusión

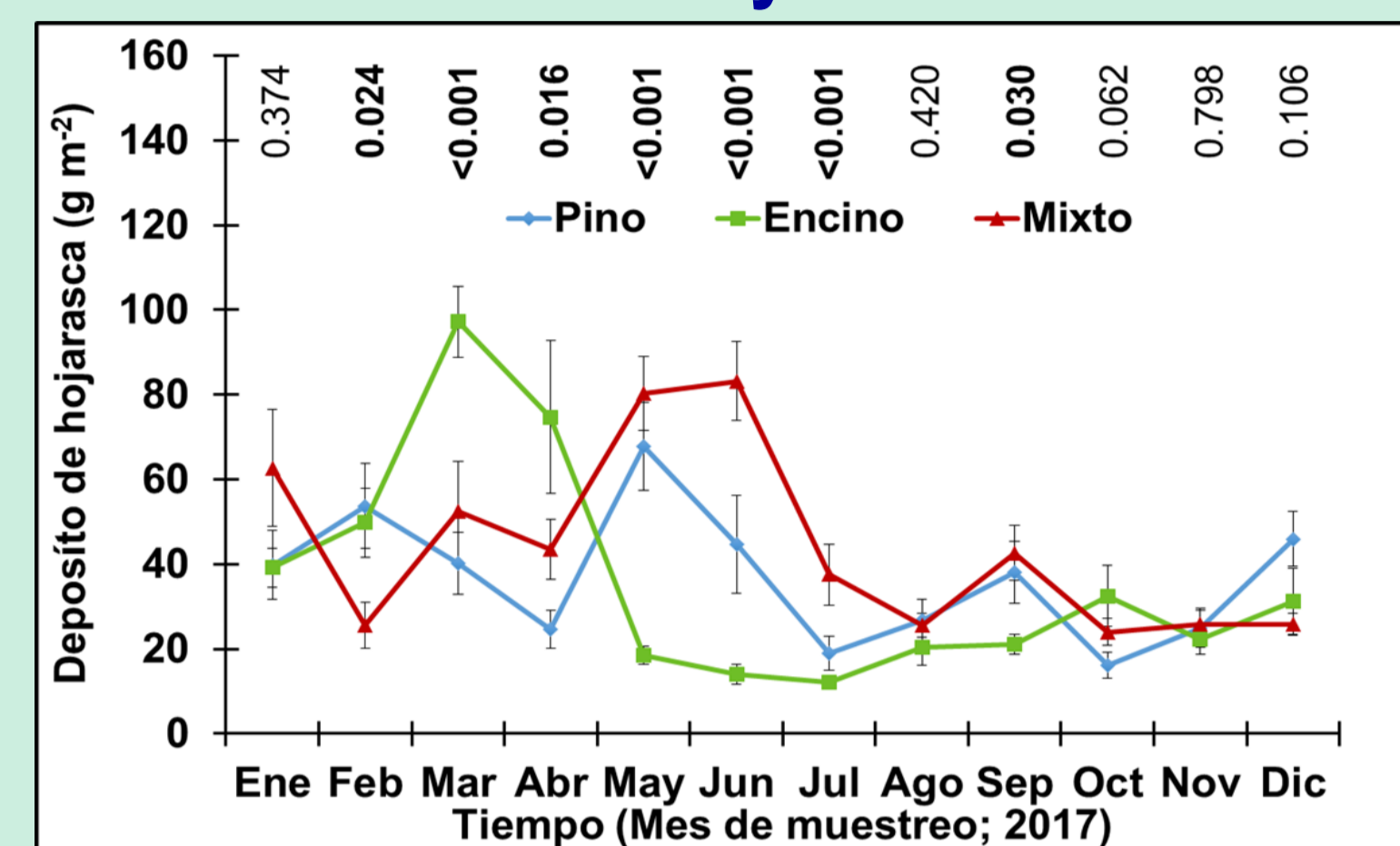


Figura 3. Producción de hojarasca.. El valor p de la prueba de Kruskal-Wallis para detectar diferencias significativas entre los sitios se muestra en cada mes de muestreo dentro de la gráfica. Probabilidades estadísticamente significativas ($p<0.05$) se presentan en negritas.

Los resultados han arrojado diferencias significativas en el depósito de la hojarasca y en el aporte de nutrimentos tanto espacial como temporal. Siendo el sitio Mixto donde se presentó la mayor producción de hojarasca (529.0 g m⁻² año⁻¹), mientras que la producción más baja (432.7 g m⁻² año⁻¹) se presentó en el sitio de Encino.

Tabla 1. Depósito anual de hojarasca, macro y microminerales vía hojarasca y uso eficiente de nutriente en los tres sitios de estudio. El valor p de la prueba de Kruskal-Wallis para detectar diferencias significativas entre los sitios se muestra en la columna derecha. Probabilidades estadísticamente significativas ($p<0.05$) se muestran en negritas.

Concepto	Sitios			Estadístico	
	Pino	Encino	Mixto	χ^2	P
Hojarasca (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)	4,416	4,327	5,289	3.262	0.195
Macromineral (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)					
Ca	47.27	88.97	50.55	0.854	0.652
Mg	3.89	9.25	5.73	6.598	0.036
K	3.45	20.59	8.51	18.673	<0.001
P	1.56	5.44	2.54	14.317	0.001
Micromineral (g ha ⁻¹ año ⁻¹)					
Cu	7.50	31.17	11.69	14.139	0.001
Mn	115.18	799.82	412.36	14.036	0.001
Fe	554.93	942.53	566.82	0.505	0.776
Zn	23.91	50.75	46.54	2.818	0.244
Uso eficiente (UEN)					
Ca	93.42	48.63	104.62	2.921	0.232
Mg	1133.95	467.59	922.73	14.000	0.001
K	1278.55	210.12	620.95	20.766	<0.001
P	2829.55	794.49	2074.40	19.985	<0.001

¹Uso eficiente = $[(\text{kg hojarasca ha}^{-1} \text{ año}^{-1}) / (\text{kg mineral en hojas ha}^{-1} \text{ año}^{-1})]$

Las cantidades de hojarasca encontradas en este trabajo son similares a las reportadas por Molina-Medrano (2017); López-Hernández et al. (2018) y González-Rodríguez et al. (2018) en bosques de coníferas. Sin embargo, son superiores a las reportadas por Jiménez-Santiz (2017) para estas mismas comunidades vegetales.

El orden en el depósito de los nutrimentos en este estudio es consistente con los resultados reportados para varios ecosistemas forestales (López-Hernández et al., 2015; González-Rodríguez et al., 2018; Zhu et al., 2019).

En cuanto al P, aun cuando el depósito en su mayoría fue bajo, su uso eficiente fue mayor que Ca, Mg y K. Tendencias similares fueron reportadas en diferentes ecosistemas forestales (López-Hernández et al., 2015; González-Rodríguez et al., 2019; Zhu et al., 2019).

Conclusiones

El análisis de la producción de hojarasca y de nutrimentos mostró diferencias estadísticas entre los sitios de estudio, obteniendo la mayor producción de hojarasca en la parcela Mixto. En tanto, los mayores aportes de nutriente fue en la parcela de Encino y las mas bajas en Pino. En conclusión la calidad de la hojarasca del Encino es mejor que la del Pino, dando como resultado mayor aporte de nutriente a los suelos de estos sitios.

Bibliografía

- González-Rodríguez, H., Ramírez-Lozano, R.G., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M.V., Estrada-Castillon, E., Arévalo, J.R. 2018. Deposition of litter and nutrients in leaves and twigs in different plant communities of northeastern Mexico. *Journal of forestry research*, 29(5): 1307-1314.
- Jiménez-Santiz, J. 2017. Producción de Hojarasca e Intercepción de Lluvia en Un Bosque de Coníferas y su Relación con Variables Climáticas en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México. 37 p.
- López-Hernández, J.M., Corral-Rivas, J.J., González-Rodríguez, H., Domínguez-Gómez, T.G., Gómez-Meza, M.V., Cantú-Silva, I. 2018. Depósito y descomposición de hojarasca de *Pinus cooperi* CE Blanco en El Salto, Durango, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50): 201-222.
- Molina-Medrano, B.E., Medrano-Hernández, A.L. 2017. Deposition y descomposición estacional de hojarasca en seis sitios con diferentes intensidades de corta en el paraje mexicano. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de El Salto. Pueblo Nuevo Durango, México. 48 p.
- Zhu, X., Liu, W., Chen, H., Deng, Y., Chen, C., Zeng, H. 2019. Effects of forest transition on litterfall, standing litter and related nutrient returns: Implications for forest management in tropical China. *Geoderma*, 333: 123-134.