

DISTRIBUCIÓN DE NUTRIENTES EN *GUAREA GLABRA* VAHL EN LA CUENCA DEL RÍO SAN LORENCITO EN LA RESERVA BIOLÓGICA ALBERTO ML BRENES DE SAN RAMÓN, ALAJUELA, COSTA RICA

Teresa Barrantes Lobo*
Rodolfo Ortiz Vargas**

Recibido: 14-03-2011 Aceptado: 25-08-2011

RESUMEN

Se analizó la concentración de nutrimentos (magnesio, sodio y potasio) en un bosque primario lluvioso premontano. Para determinar estas concentraciones se examinaron hojas nuevas y maduras de *Guarea glabra*, utilizadas como indicadores del estado nutricional de los árboles. Las concentraciones de los tres elementos fueron muy similares tanto en el mantillo como en las hojas. Existe una correlación significativa entre el suelo y el producto fenológico de esta especie, que enfatiza la dependencia de las concentraciones de estos elementos en las hojas y su disponibilidad en el suelo.

PALABRAS CLAVE: • Producto fenológico • Magnesio • Potasio • Sodio • Mantillo • Hojas

ABSTRACT

It was analyzed the concentration of nutrients (magnesium, sodium and potassium) in a primary premontane rain forest. To determine these concentrations were considered new and mature leaves of *Guarea glabra*, used as indicators of nutritional status of trees. The concentrations of the three elements were very similar for both humus and leaves. There was a significant correlation between soil and phenological product of this species, which emphasizes the dependence of the concentrations of these elements in the leaves and their availability in the soil.

KEY WORDS: • Phenological product • Magnesium • Potassium • Sodium • Humus • Leaves

Introducción

El bosque constituye la mayor reserva de nutrimentos esenciales para la vida vegetal. Sin embargo, el ser humano se ha declarado su enemigo a través de la tala implacable que en nuestro país día a día se incrementa en proporciones alarmantes. Desafortunadamente al romperse el equilibrio biológico por acción de la deforestación, las pérdidas de nutrimentos son notables, no solamente en razón de la

disminución drástica en la deposición de residuos vegetales, sino por el incremento en la intensidad de la oscilación del material orgánico y el aumento en los procesos de lixiviación.

Objetivos

1. Conocer los cambios que se producen en la concentración de los macroelementos magnesio y potasio y el microelemento sodio en el mantillo del suelo.

* Profesora. Escuela de Biología, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica.

** Catedrático y profesor Emérito de la Universidad de Costa Rica. Sede de Occidente.

2. Conocer los cambios que se producen en la concentración de los macroelementos magnesio y potasio y el microelemento sodio en el producto fenológico de *Guarea glabra*.
3. Conocer la distribución de magnesio, potasio y sodio en el perfil del suelo del horizonte A1.

METODOLOGÍA

Descripción del sitio

Geología de la Región

Las cuencas del Río San Lorenzo y San Lorencito se ubican en su totalidad dentro de la Cordillera de Tilarán, geológicamente pertenecen al Grupo Aguacate, a 800 msnm. Esta cordillera está constituida por coladas de basalto, lavas andesíticas, aglomerados, tobas y brechas autoclásticas de espesor desconocido en forma estratificada, que han sido cortadas por diques de basalto, dándose también una mineralización aurífera. La formación Aguacate cubre la mayor extensión de la Cuenca del Río San Lorenzo que corresponde a la zona pre montano (Vargas, 1991).

Zona de Vida

El área de estudio (Figura 1) tiene una precipitación promedio anual de 3500 mm, una temperatura promedio de 21 °C y una humedad relativa del 90%. Las condiciones anteriores permiten caracterizarla como muy húmeda de premontano. Sus coordenadas geográficas son: 10°-13'-044" N; 84°-35'-798" O, con una extensión de 7800 ha (Breckle & Ortiz, 1997).

Descripción de las parcelas

La investigación se llevó a cabo en una franja de 100 m en ambas riberas del Río San Lorencito. El suelo en estos sitios se caracteriza por estar encharcado durante la mayor parte del año.



FIGURA 1. Área de estudio.

Obtención de las muestras

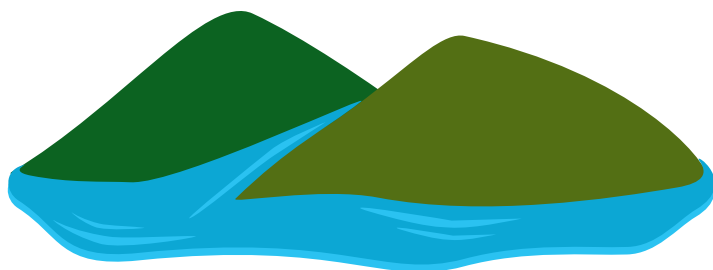
Para efectuar el muestreo se escogieron aleatoriamente 12 árboles maduros sexualmente a lo largo de las riberas del Río San Lorencito.

Se colectaron mensualmente 25 hojas maduras y 25 hojas nuevas de cada árbol sin importar su posición dentro del mismo. Las muestras colectadas se secaron en un horno a 70 °C durante 24 horas, una vez secas fueron molidas y pasadas por una criba N° 40 para asegurar la uniformidad de tamaño y se guardaron en bolsas de polietileno totalmente selladas para enviarlas al laboratorio de la Universidad de Bielfeld, Alemania.

Dada la cantidad de información que generó este estudio sólo se utilizaron promedios mensuales.

Obtención y preparación de las muestras de mantillo

A partir de febrero de 1987 se colectaron mensualmente y al azar 5 muestras de mantillo en cada árbol con una circunferencia de un metro alrededor de cada uno. Estas colectas se hicieron con barreno a 20 cm de profundidad en el horizonte A1. Posteriormente las muestras se secaron a temperatura ambiente, una vez que el suelo estuvo seco se disgregó mediante una desmenuzadora de suelo, pasando cada muestra por una criba de 2 mm de diámetro y depositándola en frascos de vidrio para someterlos



a un movimiento horizontal en un agitador mecánico por una hora para su homogenización. Finalmente las muestras se enviaron al departamento de ecología de la Universidad de Bielfeld en Alemania para su análisis.

Los análisis químicos de los elementos fueron calculados en m.mol/kg en un espectrómetro de absorción atómica Perkin Elmer (PE 380 y PE 5100).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en el Cuadro 1 no se presentan valores significativos en los elementos potasio, magnesio y sodio tanto en los tratamientos de los productos fenológicos, como en el mantillo y el suelo. En relación al sodio estos resultados nos permiten inferir que para el mantillo y los productos fenológicos el sodio pasa rápidamente al suelo provocando el desplazamiento del potasio y el magnesio, lo cual produce disgregación del suelo, lo que permite que se endurezca y se compacte permitiendo la formación de glomérulos de arcilla.

CUADRO 1

Resultados del análisis de varianza (valores promedio mensuales) de los cuatro tratamientos estudiados.

Tratamiento	K (ns)	Mg (ns)	Na (ns)
Hojas nuevas	1,58	1,66	5,22
Hojas maduras	0,62	3,23	2,34
Suelo	1,58	1,33	2,12
Mantilla	2,10	2,06	2,34

F tabular 2/22=7,94

Si se compara el color del suelo del Cuadro 2 con la Tabla de Munsell para suelos tropicales se encuentra que los colores son muy similares, lo mismo ocurre con el sistema radical, no así con la estructura del suelo donde se presentan tres tipos de categorías conforme se profundiza el perfil.

Se puede notar en el Cuadro 3 que tanto el potasio (K) como el magnesio (Mg) disminuyen con la profundidad del suelo, sin embargo, este hecho no afecta la absorción de estos nutrientes por las raíces de *Guarea glabra* como se observa en el Cuadro 2

En la Figura 2 y en el Cuadro 4 se puede observar un aumento considerable en la precipitación durante los meses julio a diciembre tanto en 1997 como en 1998.



CUADRO 2

Descripción del perfil del suelo en el horizonte A1 a una profundidad de 20 cm.

Profundidad A ₁ (cm)	Color	Estructura	Sistema radical
0-1	Café oscuro, pocas hojas verdes	Remanente de hojas parcialmente mineralizadas	Algunas raíces finas y micelios
0-2	Café oscuro	Material orgánico fino	Algunas raíces finas y micelios
2-5	Café oscuro	Material orgánico fino	Muchas raíces finas y micelios aglutinados
5-10 cm	Café profundo oscuro	Material arenoso fino	Algunas raíces gruesas
10-15 cm	Café	Material arenoso muy fino	Raíces gruesas y finas
15-20 cm	Café	Material arenoso fino	Principalmente raíces gruesas

CUADRO 3

Perfil del suelo del horizonte A1 que muestra los valores de potasio, magnesio y sodio en moles/kg de suelo seco.

Profundidad del suelo (cm)	K	Mg	Na
0-1	4,8	4,5	2,6
1-2	3,6	2,6	2,5
2-5	2,8	1,7	2,5
5-10	2,2	0,9	2,0
10-20	2,3	0,75	2,3

**CUADRO 4**

Valores de precipitación mensual en mm.

Meses	1997	1998
Enero	175	63
Febrero	170	25
Marzo	125	-
Abril	127	70
Mayo	326	35
Junio	425	485
Julio	415	391
Agosto	444	440
Setiembre	450	425
Octubre	516	500
Noviembre	817	750
Diciembre	482	850

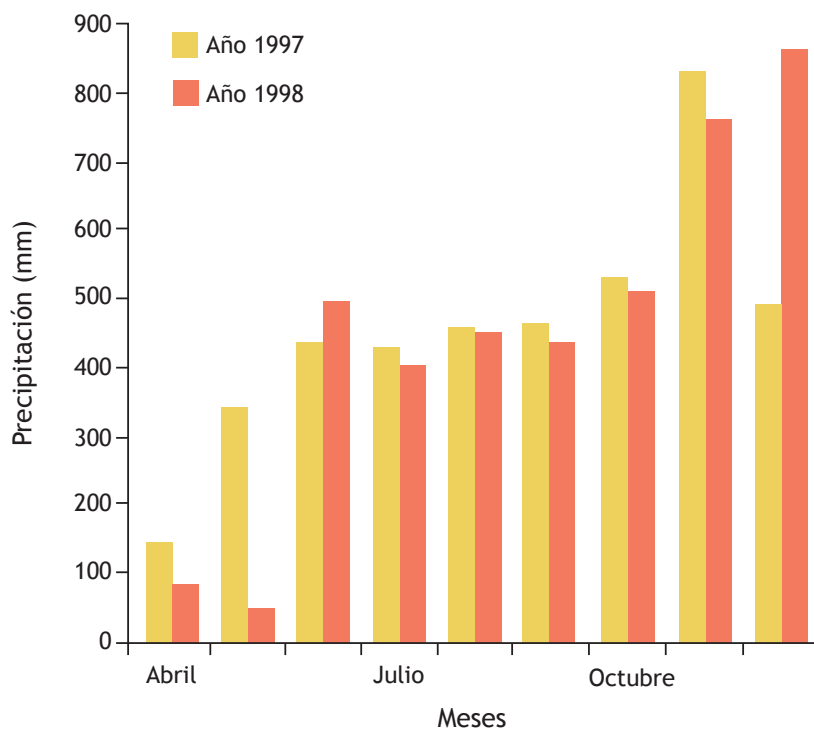


FIGURA 2. Valores de precipitación obtenidos de julio a diciembre, 1997 y 1998.

Al observar las Figuras 2 y 4 se muestra que la concentración de sodio del mantillo disminuye en los meses secos, en tanto que conforme aumenta la estación lluviosa, estas concentraciones también aumentan, lo cual coincide con la disminución de las concentraciones de sodio en las hojas maduras y nuevas, esto se debe a que este elemento presenta una alta movilidad en las hojas de *Guarea glabra*, se podría inferir, entonces, que existe una correlación entre la concentración de sodio del producto fenológico y en el mantillo (Cuadro 6). Estos resultados coinciden con los encontrados por Ortiz (1983); Ortiz y Mora (1996) y Huston citado por Weber, Herrera, Breckle y Ortiz (1996).

Birkelbach, Breckle & Ortiz (1996) proponen que en algunos bosques de Costa Rica a medida que aumenta la diversidad de especies algunos cationes tienden a disminuir levemente.

En la Figura 3 y el Cuadro 5 se muestra el comportamiento de la concentración de sodio en el mantillo y en el producto fenológico en los 11 árboles estudiados. Estos resultados nos permiten deducir que las hojas de *Guarea glabra* bajo condiciones fisiológicas típicas mantienen una concentración de sodio oscilante. Al aumentar el sodio en los productos



fenológicos se establece un gradiente de potencial electroquímico que favorece el transporte pasivo de los iones sodio al suelo, lo que permite que el proceso fotosintético de las hojas de *Guarea glabra* no se afecte ya que hay una producción de hojas nuevas durante todo el año.

Tomaeki Horil & Julian Schroers citados por Schroers, Ortiz y Breckle (1996) encontraron que existen diversos genes en las hojas de las plantas que permiten mecanismos de transporte de sodio a través de la membrana celular que impiden la toxicidad del sodio sobre las mismas.

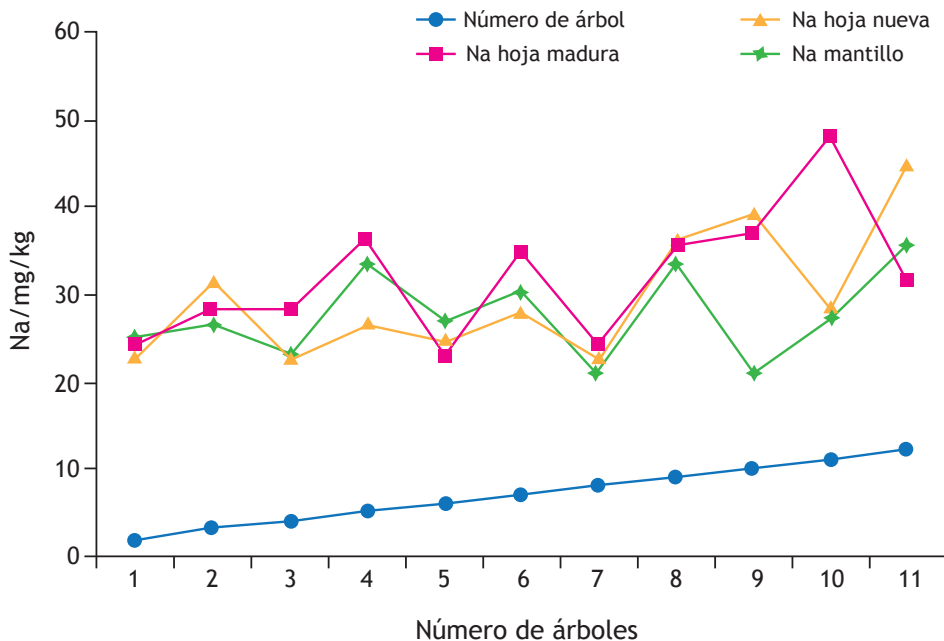


FIGURA 3. Valores de Na en el producto fenológico y el mantillo en los 12 árboles estudiados.

CUADRO 5

Valores de sodio promedio para el producto fenológico y el mantillo en los 11 árboles.

Número de árbol*	Hoja madura	Hoja nueva	Mantillo
2	24,41	22,91	24,83
3	27,63	31,37	25,95
4	28,02	23,06	22,95
5	36,08	26,73	33,47
6	23,35	24,52	27,27
7	34,85	28,34	30,36
8	23,64	23,53	21,14
9	35,5	36,55	33,77
10	36,6	39,52	20,67
11	48,08	28,13	27,38
12	31,33	45,2	35,51

CUADRO 6

Valores promedio de sodio para el mantillo y los productos fenológicos.

Mes	Hojas maduras	Hojas nuevas	Mantillo
2	40,93	26,5	39,07
3	59,64	45,39	25,2
5	30,65	29,3	17,65
6	30,58	54,96	26,91
7	27,19	35,82	27,48
8	24,48	16,69	26,57
10	35,26	22,58	24,74
12	48,46	31,4	33,26

* El árbol 1 desapareció con una creciente del río, ya que *Guarea glabra* es una especie riparia es decir, que crece en la ribera de los ríos.

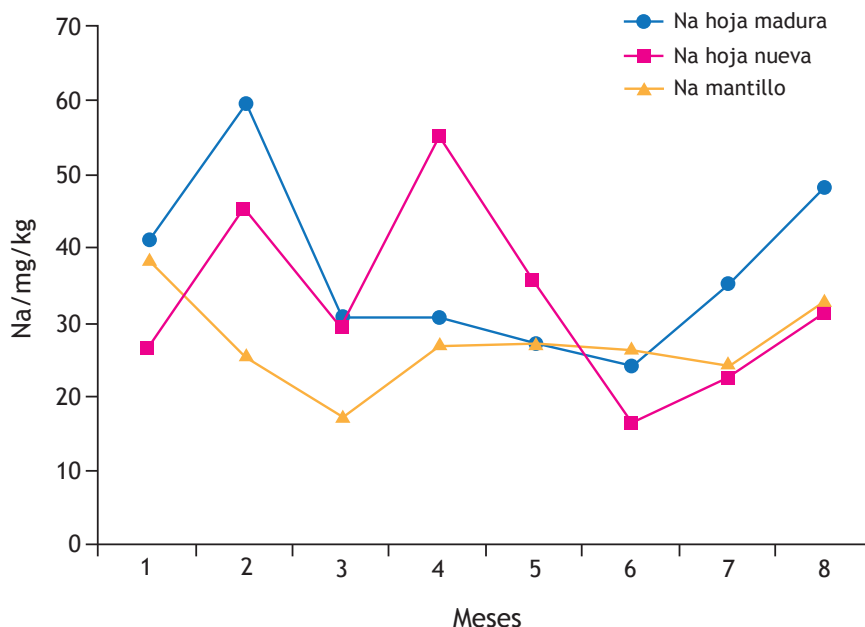


FIGURA 4. Promedios mensuales de sodio en el mantillo y los productos fenológicos.



En los Cuadros 7 y 8 y las Figuras 5 y 6 se ilustran las variaciones en la concentraciones de potasio para el mantillo y el producto fenológico, se evidencia que hay una sincronización del desplazamiento del potasio tanto para las hojas nuevas como para las maduras, sin que existan oscilaciones bruscas de este elemento en los productos fenológicos, no obstante, las concentraciones de potasio en las hojas nuevas es mayor que en las maduras, esto se debe a que

el potasio es un elemento altamente móvil en la planta y a menudo es transportado de los tejidos viejos (hojas maduras) a las regiones de mayor actividad meristemática en las plantas (hojas nuevas), principalmente durante la estación lluviosa (Ortiz, 1983; Buljovic & Breckle, 1997).

En las Figuras 5 y 6 se observa que las concentraciones de potasio en el mantillo son relativamente elevadas, la mayor parte de este elemento no es aprovechado por las plantas, sin embargo, a través de procesos de lixiviación y meteorización, los iones potasio son liberados en forma intercambiable con lo cual se ponen con mayor facilidad a disposición de la planta (Devlin, 1980; Breckle, 1997).

Los Cuadros 9 y 10 y las Figuras 7 y 8 muestran el comportamiento del magnesio tanto para el mantillo como para el producto fenológico.

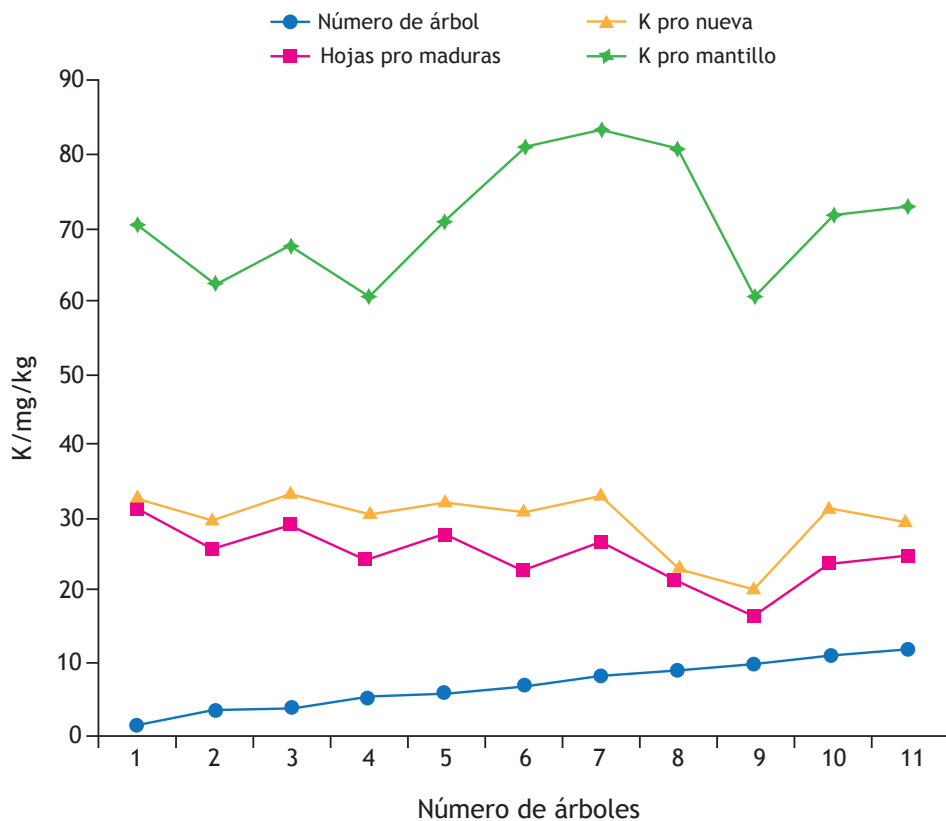


FIGURA 5. Valores promedio del potasio en el mantillo y el producto fenológico, en los 11 árboles estudiados.

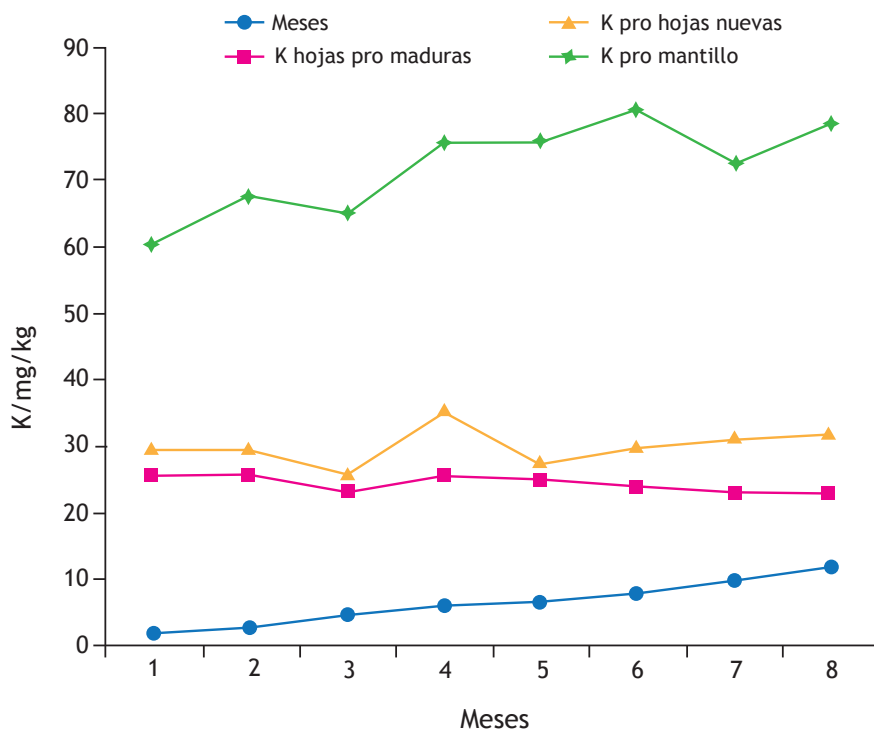


FIGURA 6. Valores promedio del potasio en el mantillo y el producto fenológico, durante los meses de estudio.

CUADRO 7

Valores promedio del potasio en el mantillo y el producto fenológico, en los 11 árboles estudiados.

Hojas maduras	Hojas nuevas	Mantillo
30,94	33,12	70,57
25,45	29,88	62,17
28,56	33,27	67,51
24,34	30,71	60,15
28,00	31,91	70,65
22,94	30,96	80,98
26,51	33,28	83,15
21,28	23,14	80,93
16,26	20,70	60,36
23,29	31,73	71,65
24,89	29,75	72,57

CUADRO 8

Valores promedio del potasio en el mantillo y el producto fenológico, durante los meses de estudio.

Hojas maduras	Hojas nuevas	Mantillo
25,80	29,61	60,26
25,56	29,77	67,76
23,01	25,52	65,24
25,44	35,38	75,50
25,26	27,62	75,21
23,87	29,86	80,46
23,15	31,01	72,61
22,84	32,16	78,60

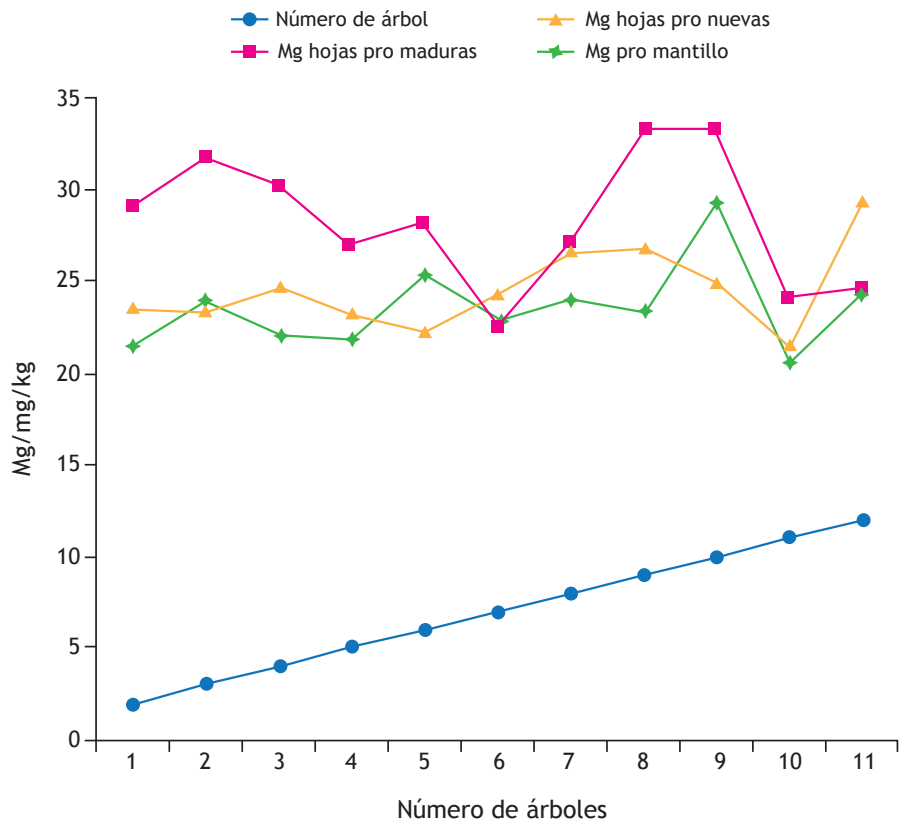


FIGURA 7. Valores promedio del magnesio en el mantillo y el producto fenológico, en los 11 árboles estudiados.

CUADRO 9

Valores promedio del magnesio en el mantillo y el producto fenológico, en los 11 árboles estudiados.

Número de árbol	Hojas maduras	Hojas nuevas	Mantillo
2	29,08	23,51	21,53
3	31,55	23,51	23,94
4	30,31	24,76	22,07
5	26,90	23,16	21,80
6	28,16	22,24	25,29
7	22,70	24,42	23,05
8	27,04	26,57	23,91
9	33,16	26,77	23,40
10	33,16	24,97	29,33
11	24,09	21,46	20,71
12	24,63	29,27	24,24

CUADRO 10

Valores promedio del magnesio en el mantillo y el producto fenológico, durante los meses de estudio.

Meses	Hojas maduras	Hojas nuevas	Mantillo
2	26,82	24,84	27,26
3	27,29	27,25	25,63
5	29,97	25,12	21,33
6	26,34	23,49	22,54
7	28,88	23,94	23,05
8	29,90	24,39	25,13
10	29,83	22,22	20,70
12	24,12	24,96	21,54

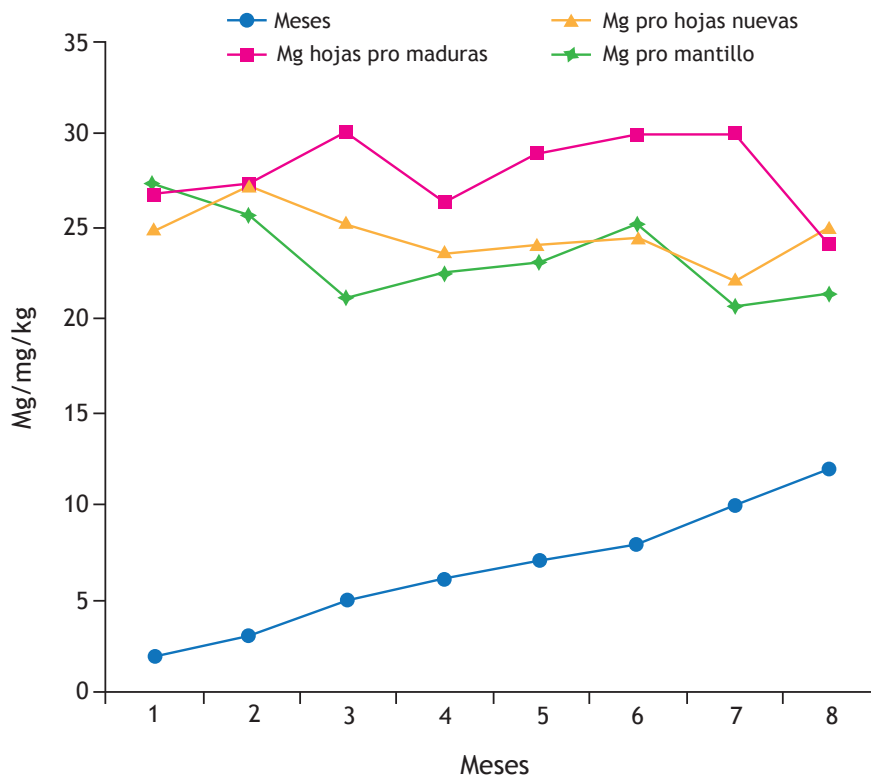


FIGURA 8. Valores promedio del Mg en el mantillo y el producto fenológico, durante los meses de estudio.



La distribución y movilidad del magnesio en el producto fenológico, concuerda con lo encontrado por otros autores (Devlin, 1980; Ortiz, 1983; Buljovic & Breckle, 1997) ya que este elemento actúa como núcleo principal de las clorofilas a y b donde se lleva a cabo el proceso fotosintético, por lo cual se podría afirmar que la mayor concentración de este elemento se encuentra en las hojas maduras y nuevas donde se lleva a cabo el proceso fotosintético. También se observa que al aumentar la cantidad de lluvia, las

concentraciones de magnesio aumentan, de ahí que las oscilaciones de este elemento podrían deberse a una mayor diversidad de las especies vegetales que componen estos bosques y como las especies forestales no presentan estados fisiológicos iguales es de suponer que el contenido de magnesio sea muy variable dada su alta movilidad en la planta.

Al igual que el potasio, el magnesio es un catión intercambiable, sin embargo, este es menos abundante que el potasio (Figuras 7 y 8) esto se debe a que una parte mucho menor de magnesio es absorbida por las micelas de arcilla, con lo cual es menor la cantidad disponible para la planta a través del intercambio catiónico. Por otra parte, la gran cantidad de magnesio que hay en el suelo se encuentra en forma de silicatos magnésicos, formas no absorbibles para las plantas hasta el momento en que la meteorización provoca la liberación del magnesio en forma soluble o absorbible.

Conclusiones

1. Suelos derivados de rocas volcánicas se encuentran en muchas áreas tropicales, esa misma tendencia ocurre en el Valle del Río San Lorencito, donde sedimentos adicionales y material orgánico son acumulados.
2. Las concentraciones de magnesio, potasio y sodio fueron muy similares tanto para el matillo como para los productos fenológicos.
3. Se podría afirmar que existe una correlación significativa entre el suelo y el producto fenológico de *Guarea glabra*. Esta correlación enfatiza la dependencia de las concentraciones de estos elementos en las hojas y su disponibilidad en el suelo.

REFERENCIAS

- Birkelbach, J., Breckle S. W. & Ortiz, R. (1996). Elements contents of soil and leaves and their correlation in five tree species in an area of the Reserva Biológica Alberto Ml Brenes. *Revista Pensamiento Actual*, 2, 53-59.
- Breckle, S. W. (1997). Soils conditions within the Rio San Lorencito Valley (Reserva Biológica Alberto Ml Brenes, San Ramón, Sierra de Tilarán, Costa Rica) In *Contributions to Tropical Ecology Research in Costa Rica*. (1-14). San José, Costa Rica.
- Breckle, S-W & Ortiz, R. (1997). Climate and ecological conditions at the Reserva Biologica of San Ramon. In *Contributions to Tropical Ecology Research in Costa Rica*. (1-13). San José, Costa Rica.
- Buljovic, Z. & Breckle, S. W. (1997). Investigations of important mineral nutrients in leaves of two tree species in a premontane wet forest in Costa Rica. In *Contributions to Tropical Ecology Research in Costa Rica*. (15-22). San José, Costa Rica.
- Devlin, R. M. (1980). *Fisiología Vegetal*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A. 480 p.
- Ortiz, R. (1983). Variación en el contenido de N, P, K, Ca, Mg y Na en un cafetal y dos estados de sucesión del bosque húmedo de premontano en Ciudad Colón, Costa Rica. (Tesis inédita de maestría). Ciudad Universitaria Rodrigo Facio. Escuela de Biología. San Pedro Montes de Oca.
- Ortiz, R. y Mora, V. (1996). Algunas consideraciones fenológicas sobre las especies de plantas vasculares superiores en la Reserva Biológica Alberto Ml Brenes en Ramón. *Revista Pensamiento Actual*, 2, 83-90.
- Schroers, S., Ortiz, R. y Breckle, S. W. (1996). Apuntes sobre *Elaeagia auriculata* (Rubiaceae). *Revista Pensamiento actual*, 2: 42-44.
- Weber, C., Herrera, B., Breckle, S.-W. y Ortiz, R. (1996). Las relaciones de los nutrientes en las hojas de los helechos arborescentes en la Reserva Biológica Alberto Ml Brenes. *Revista Pensamiento Actual*, 2, 33-41.
- Vargas, G. (1991). Algunas consideraciones geográficas, geológicas y ecológicas de La Cuenca del Río San Lorenzo, San Ramón, Alajuela Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, 1, 17-22.

