

Concentraciones foliares y dinámica estacional de nutrientes en *Petiveria alliacea* (L.)

Foliar concentrations and seasonal dynamics of nutrients in *Petiveria alliacea* (L.)

María Andrea Schroeder, Ángela María Burgos

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste (UNNE).
Corrientes, Argentina.

RESUMEN

Introducción: *Petiveria alliacea* (L.) -pipí, anamú o guiné- es una planta de la familia Phytolaccaceae, utilizada como medicamento herbolario para diferentes enfermedades, comercializada como suplemento nutricional e inmunomodulador. Tiene propiedades antiinflamatorias, inmunoestimulantes, analgésicas, antimicrobianas, hipoglucemiantes, anticonvulsivantes y abortivas. El análisis químico de tejidos, como técnica de diagnóstico, permite conocer la situación nutrimental y obtener *in situ* los niveles nutricionales de referencia, con el fin de interpretar correctamente los análisis foliares para cada sustrato y momento fenológico del cultivo.

Objetivo: determinar las concentraciones foliares y la dinámica estacional del nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, hierro, cobre, manganeso y cinc, en plantas de *P. alliacea* cultivadas en el bioambiente del norte de la provincia de Corrientes.

Métodos: el material genético evaluado han sido plantas de *Petiveria* sp. de 2 años de implantación, durante las campañas 2005-2006-2007. Para el análisis de los resultados se aplicaron herramientas de estadística descriptiva, mediante el programa Infostat.

Resultados: las concentraciones foliares de nitrógeno, potasio y azufre tienden a ser mayores en los meses de primavera y verano. La concentración de fósforo se muestra constante durante el año. El hierro, el manganeso y el cinc, se acumulan especialmente en los meses de invierno, mientras que las de cobre disminuyen.

Conclusiones: las concentraciones foliares de nutrientes en plantas de *Petiveria alliacea* que crecen en el norte de la provincia de Corrientes se encuentran dentro de los valores considerados normales para otras especies cultivadas, y su dinámica estacional está ligada a las condiciones ambientales fundamentalmente.

Palabras clave: concentraciones foliares, macronutrientes, micronutrientes, *Petiveria alliacea*, Phytolaccaceae.

ABSTRACT

Introduction: *Petiveria alliacea* (L.) -called *pipí, anamú or guiné-* is a member of the family Phytolaccaceae used as herbal medicine for different illnesses and marketed as dietary supplement and immunomodulator. Its properties have been reported as anti inflammatory, immunostimulant, analgesic, antimicrobial, hypoglycemic, anticonvulsive and abortive. Chemical analysis of tissues is a diagnostic technique that allows using the mineral concentration as an indicator of nutritional status and obtaining *in situ* nutrient levels of reference in order to interpret foliar analysis for each substrate and phenological phase of the crop.

Objective: to determine the foliar concentration and the seasonal dynamic of nitrogen, phosphorus, potassium, sulphur, iron, copper, manganese, and zinc in *Petiveria alliacea* plants grown in the bioenvironment on the north of Corrientes province.

Methods: the genetic material was 2 years-old *Petiveria* sp. plants and was evaluated from 2005 to 2007. Infostat program-based summary statistics served to analyze the results.

Results: the foliar concentrations of nitrogen, potassium and sulfur tend to be higher in the spring and the summer. The foliar phosphorus concentration is invariable throughout the year. Iron, manganese and zinc are accumulated specially in the winter months, whereas the copper concentrations decreased significantly in the autumn and the winter.

Conclusions: foliar concentrations of nutrients in *Petiveria alliacea* plants growing on the north of Corrientes province are within the range of normal values for other species, and the seasonal dynamics of these plants is mainly linked to the environmental conditions.

Key words: foliar concentrations, macronutrients, micronutrients, *Petiveria alliacea*, Phytolaccaceae.

INTRODUCCIÓN

Los datos provistos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), revelan que 80 % de la población mundial depende en alguna forma de la medicina tradicional para atender sus necesidades de atención primaria de la salud. Gran parte de esta medicina tradicional involucra el uso de plantas medicinales, sus extractos vegetales o sus principios activos.¹

Esta situación es aún más evidente en países en vías de desarrollo, donde la mayor parte de la población no tiene acceso a medicamentos y realiza un uso popular de las plantas medicinales.²

En Argentina se pueden encontrar vastas regiones en donde muchas de estas hierbas crecen naturalmente, independientemente de la mano del hombre. Sin embargo, estas mismas hierbas suelen estar manejadas por pequeños productores que cuentan con muy poca información y tecnología y, por consiguiente, los rendimientos y la calidad obtenidos se encuentran lejos de los niveles del mercado competitivo.³ En consecuencia es necesario iniciar con estas especies nativas de uso medicinal programas que promuevan el manejo sustentable, la domesticación y el desarrollo de tecnologías de cultivo, propagación, procesamiento y conservación; con el objeto de librarlas de la constante presión de extracción desordenada.^{2,4}

Petiveria alliacea (L.) es una planta de la familia Phytolaccaceae, Esta familia presenta 18 géneros y 65 especies.⁵ En Argentina viven 7 géneros y 12 especies, de las cuales, 1 es endémica y 1 es adventicia.^{5,6} Souza trata al género *Petiveria* dentro de la familia monoespecífica Petiveriaceae.⁷

Esta especie es conocida con distintos nombres en diferentes países del centro y sur América. El pipí, anamú o guiné es originario del sur de Estados Unidos de Norteamérica y México; tiene una distribución geográfica muy amplia desde la Florida, en toda América Central y desde Colombia hasta Argentina; en las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán, Formosa, Chaco, Misiones, Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires. Crece generalmente en lugares húmedos, algo sombríos y zonas ribereñas.⁸⁻¹⁰

Es una hierba perenne que alcanza de 0,5 a 1 m de alto.⁵ Los tallos son rectos, poco ramificados, con las ramas viejas rollizas, leñosas y angulosas; los tallos más jóvenes son herbáceos, angulosos, a veces estriados longitudinalmente. Las hojas son alternas pecioladas, elíptico lanceoladas, subglabras, acuminadas en el ápice y de 6 a 19 cm de largo, con un característico olor a ajo. Las flores son pequeñas dispuestas en espigas axilares o terminales de 15 a 40 cm de largo, gráciles, pequeñas, hermafroditas, con 4 pétalos, de color blanco, blanco-verdoso o rosado claro. El fruto es una baya cuneiforme que presenta 4 ganchos doblados hacia abajo. La raíz es profunda, fusiforme, leñosa, de hasta 2,5 cm de diámetro, irregularmente ramificada, cubierta por una corteza amarillenta, lisa, carnosa, de aroma aliáceo, fuerte, desagradable y sabor amargo, un tanto acre.^{11,12}

Con respecto a su fenología, es una especie que en algunos países como Nicaragua florece y fructifica principalmente de julio a enero.⁵ En México casi todo el año, especialmente en épocas de lluvias. En Argentina puede florecer varias veces en el año, siempre que las condiciones de humedad y temperaturas sean las adecuadas.⁸

Esta planta ha sido utilizada desde tiempos remotos con fines medicinales y ritos mágico-religiosos.¹³ Es cultivada como planta de la suerte, es bastante común en patios y jardines, no tanto por sus cualidades ornamentales, sino más bien porque el vulgo le atribuye propiedades mágicas, que sirve para preservar a los habitantes de la casa contra las hechicerías.¹⁴

Actualmente se utiliza como medicamento herbolario para diferentes enfermedades y se comercializa como suplemento nutricional o como inmunomodulador.¹⁵ Los órganos que se consumen, son las raíces y las hojas frescas. La recolección de raíces destinadas al consumo es conveniente realizarla en otoño, a partir del segundo año, mientras que la recolección de hojas es más conveniente en prefloración. Esta especie no se halla inscrita en la farmacopea nacional Argentina.^{12,14}

Por sus propiedades anticancerígenas, en especial para el tratamiento de tumores de estómago, leucemia y nódulos mamarios, ha sido ampliamente estudiada. Por otra parte, también se ha citado como planta con efecto abortivo.¹⁵⁻¹⁹ Las hojas contienen taninos, alcaloides, glucósidos, saponinas y son ricas en oligoelementos inorgánicos. La raíz tiene esteroides, terpenoides, polifenoles y cumarinas.²⁰ Aunque tradicionalmente se le atribuyen muchas propiedades, sus principales efectos son antiinflamatorio, inmunoestimulante (antitumoral), analgésico, antimicrobiano (hongos, bacterias y parásitos), hipoglucemiante, anticonvulsivante y abortivo.

Como complemento nutricional, las hojas de anamú tienen un importante contenido mineral, donde se destaca su aporte de Ca y K.¹⁵ Existe un creciente interés por

esta especie y recientes investigaciones comprueban sus propiedades terapéuticas; en el mercado ya se ofrecen productos elaborados sobre su base. El análisis químico de tejidos es una técnica de diagnóstico que permite utilizar la concentración mineral de las plantas como indicador de su situación nutricional.²¹ *Malavolta*²² consideran importante obtener *in situ* los niveles nutricionales de referencia, con el fin de interpretar correctamente los análisis foliares para cada sustrato y momento fenológico del cultivo.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar las concentraciones foliares y la dinámica del nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y cinc (Zn), en plantas de *Petiveria* sp. cultivadas en el bioambiente del norte de la provincia de Corrientes; con el fin de aportar información hasta ahora inexistente sobre los parámetros nutricionales en esta especie.

MÉTODOS

Sitio de experimentación y características biogeográficas

Este trabajo se realizó a partir de plantas recolectadas del huerto de plantas aromáticas y medicinales del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, ubicado al noroeste de la Provincia de Corrientes, Argentina (27° 28' 27" S, 58° 47' 00" O), durante las campañas 2005-2006-2007.

El clima se caracteriza por presentar precipitaciones promedio de 1 300 mm anuales, evapotranspiración media anual según *Thornthwaite* de 1 100 mm y una temperatura media anual de 21,6 °C; con un período libre de heladas de 340 a 360 d. De acuerdo con los datos meteorológicos mencionados y tomando la clasificación climática de *Köppen*, la región se clasifica como *Cf w'a* (h) que expresa un clima mesotermal, cálido templado, sin estación seca con precipitaciones máximas en otoño y veranos muy cálidos con temperaturas superiores a los 22 °C y media superior a los 18 °C. Por sus características, según *Köppen*, corresponde a climas templados húmedos.^{23,24}

El suelo del sitio de experimentación es *Udipsamment* álfico, mixto, hipertérmico, pertenece a la Serie Ensenada Grande. El relieve es suavemente ondulado, con pendientes de 1 a 1,5 %. Estos suelos presentan una granulometría gruesa en superficie, de colores pardo a pardo rojizo en los horizontes subyacentes. El suelo nuevo es profundo (> 100 cm), masivo, muy friable, y medianamente a débil ácido, en el horizonte A.^{25,26}

Material biológico

El material genético evaluado han sido plantas de *Petiveria alliacea* de 2 años de implantación. Todas se cultivaron bajo las mismas condiciones ambientales y de procedimiento; y no recibieron fertilización alguna durante el desarrollo de la experiencia.

Variables medidas

Las variables analizadas en este estudio fueron las concentraciones foliares de los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio y azufre (expresadas en porcentaje), cinc, cobre, hierro y manganeso (expresadas en partes por millón-ppm).

Las muestras se secaron en estufa a 60 °C durante 48 h hasta peso constante, y molidas en molinillo mecánico tipo *Willey*. Los métodos de disgregación utilizados fueron una digestión ácida y una ascenzación seca. Para la disgregación de las muestras mediante una digestión ácida se utilizó ácido sulfúrico (H₂SO₄) 98 % p.a. (marca comercial: Cicarelli) al que se le adicionó una mezcla catalítica (K₂SO₄, Se y CuSO₄). El proceso de digestión se llevó a cabo bajo campana de gases, sobre plancha caliente a 350 °C durante 3 h aproximadamente. Los digestos fueron llevados al volumen correspondiente (50 mL).²⁷ La ascenzación seca consistió en oxidar la materia orgánica en una mufla a 500 °C durante 4 a 6 h, luego las cenizas se disolvieron con ácido clorhídrico (HCl p.a) y agua destilada. Una vez filtrado se llevó a un volumen constante de 50 mL.²⁷

La determinación de nitrógeno total se realizó mediante el Método de *Kjeldhal*; fósforo por espectrometría de absorción molecular en un espectrofotómetro UV-visible Metrolab 330 mediante el método Murphy-Riley;²⁸ y el resto de los elementos analizados (potasio, azufre, manganeso, cobre, hierro y cinc) por espectrometría de absorción atómica de llama en un espectrofotómetro de absorción atómica, marca GBC modelo 932 Plus.²⁷

La temperatura media (°C), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), presión atmosférica a nivel del mar (mb), humedad relativa media (%) y precipitación total de lluvia (mm) de los años 2005, 2006 y 2007 se obtuvieron a partir de datos de la estación meteorológica 871660 (SARC), ubicada en el aeropuerto Gdor Pyragine Niveyro (latitud: -27,45; longitud: -58,76; altitud: 62) localizado a 5 km del lugar donde se recolectaron las plantas muestreadas.

El análisis del suelo del sitio de experimentación se hizo en el Laboratorio de Análisis de Suelo de la Cátedra de Edafología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste.

Diseño del muestreo

Los muestreos fueron realizados en las cuatro estaciones del año y durante tres años consecutivos (2005-2006-2007). Se recolectaron muestras foliares extraídas de plantas de *Petiveria* sp elegidas al azar y con más de 2 años de implantación. Las muestras consistieron en 200 g de hojas enteras de edad intermedia, extrayéndose aproximadamente 20 g de hojas por planta. Cada muestra compuesta fue subdividida en 5 submuestras, con 3 repeticiones cada una.

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se aplicaron herramientas de estadística descriptiva, mediante el programa Infostat.²⁹

RESULTADOS

Las temperaturas y precipitaciones medias estacionales de los años 2005, 2006 y 2007 se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Datos meteorológicos reportados por la estación meteorológica: 871660 (SARC)
latitud: - 27,45|longitud: - 58,76|altitud: 62

	2005				2006				2007			
	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
T	26,2	21,0	17,3	20,7	26,5	20,27	18,27	23,2	26,7	19,8	15,6	23,1
TM	33,6	26,9	23,8	27,9	33,5	26,9	26,1	30,6	33,3	26,4	23,0	30,4
Tm	20,4	16,7	11,9	15,3	20,9	15,9	13	17,5	21,7	15,4	10,2	17,9
H	66,7	79,3	70,9	62,2	61,9	72,5	63,8	64,4	69,4	73,4	65,9	64,2
PP	88,7	156,7	34,5	47,9	127,7	145,2	58,6	203,4	280,3	79,4	43,8	127,5

T: temperatura media (°C), TM: temperatura máxima (°C), Tm: temperatura mínima (°C),
H: humedad relativa media (%), PP: precipitación total de lluvia o nieve derretida (mm), V: verano,
O: otoño, I: invierno, P: primavera.

El análisis del suelo del sitio de experimentación (realizado por el Servicio de análisis de suelo de la Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste) se presenta a continuación:

- pH: 6,03 en agua (pHmetro Orion modelo 420 A).
- Conductividad $1,2 \times 10^2$ mmhos.cm⁻¹ (Párcel S.A. Antares II).
- Fósforo: 2,272 ppm (método Bray y Kurtz N°1).
- Densidad aparente: 1 520 (método de probeta).
- Nitrógeno total: 0,025 % (método Semi-KJELDHAL).
- Potasio: 0,096 mEq.100 g⁻¹ (método fometría de llama).
- Carbono orgánico: 0,253 % (método Walkey-Black).
- Materia orgánica: 0,435% (método Walkey-Black).

Las medias de las concentraciones foliares obtenidas de los distintos elementos se consignan en la tabla 2 y se expresan en porcentaje (g de nutriente.100g⁻¹ de materia seca) las medias de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre, mientras que las de los micronutrientes en partes por millón (mg de nutriente.kg⁻¹ de materia seca).

Los datos correspondientes al invierno de 2007 no fueron consignados debido a que las bajas temperaturas y sucesivas heladas provocaron la defoliación completa de las plantas y, por lo tanto, el muestreo no pudo efectuarse.

En la zona norte de la provincia de Corrientes, donde las temperaturas del invierno resultan benignas para esta especie, normalmente la planta reduce de manera leve su tasa de crecimiento y presenta entre 2 y 3 floraciones anuales, en dependencia de las condiciones ambientales. Cuando las temperaturas resultaron inferiores a 10 °C y se prolongaron en el tiempo (2007), las plantas se defoliaron por completo durante los meses de invierno.

Tabla 2. Medias de las concentraciones foliares obtenidas en *Petiveria alliacea* durante 3 años consecutivos

Nutrientes	Años	Estaciones del año			
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Nitrógeno	2005	2,35	2,42	1,32	1,39
	2006	1,07	1,08	1,76	2,35
	2007	2,47	1,71	0	2,36
Fósforo	2005	0,24	0,31	0,28	0,22
	2006	0,23	0,33	0,22	0,3
	2007	0,25	0,2	0	0,22
Potasio	2005	3,1	3,52	2,53	3,85
	2006	3,21	2,32	2,51	3,85
	2007	3,24	2,34	0	3,12
Azufre	2005	0,53	0,14	0,22	0,45
	2006	0,51	0,34	0,23	0,25
	2007	0,42	0,31	0	0,52
Hierro	2005	128,14	134,01	239,43	193,99
	2006	171,02	131,82	239,99	189,15
	2007	163,23	242,2	0	48,07
Manganeso	2005	175,64	356,31	577,63	626,53
	2006	191,07	364,32	567,13	650,97
	2007	175,09	470,6	0	151,36
Cobre	2005	27,19	13,54	12,79	43,22
	2006	37,98	12,52	12,26	43,23
	2007	36,22	15,89	0	68,72
Cinc	2005	67,16	27,19	113,02	97,47
	2006	62,14	30,12	114	97,55
	2007	64,78	25,24	0	17,71

Nitrógeno

El análisis estadístico para la variable nitrógeno (n= 15) mostró concentraciones foliares medias comprendidas entre 1,07 y 2,47 %. Se trabajó con una desviación estándar menor que 0,13 y un coeficiente de variación comprendido entre 0,82 y 7,42, lo cual deja en evidencia la homogeneidad de los datos.

Las concentraciones medias de nitrógeno foliar observadas en este estudio oscilaron entre un mínimo de 1,02 y un máximo de 2,45 %, con las mayores concentraciones asociadas a los meses de primavera y verano, cuando la planta se encuentra en fase de crecimiento vegetativo (Fig. 1).



Fig. 1. Concentraciones foliares de nitrógeno estacionales obtenidas durante 3 años consecutivos.

Fósforo

El análisis estadístico para la variable fósforo ($n= 15$) mostró medias comprendidas entre 0,2 y 0,33 %. Se trabajó con una desviación estándar menor que 0,03 y coeficientes de variación comprendidos entre 3,63 y 11,66; considerados bajos para una variable biológica.

Las concentraciones foliares presentaron una tendencia a mantenerse casi constantes durante los períodos considerados, aunque se pudo observar un ligero aumento en las concentraciones entre los meses de otoño en 2 de los años estudiados, 2005 y 2006 (Fig. 2).



Fig. 2. Concentraciones foliares de fósforo estacionales obtenidas durante 3 años consecutivos.

Potasio

El análisis estadístico para la variable potasio (n= 15) mostró medias comprendidas entre 2,32 y 3,85 %. Se trabajó con desviaciones estándar bajas y menores que 0,17, así como coeficientes de variación que no superaron a 5.

Los contenidos foliares de potasio se mantuvieron constantes durante los ciclos estudiados, las concentraciones foliares mínimas fueron de 2,25 y 2,26 %, correspondientes a los meses de otoño de 2006 y 2007, y las máximas obtenidas coincidieron con la primavera para valores cercanos a 4 %. Las concentraciones estacionales de potasio le encuentran representadas en la figura 3.



Fig. 3. Concentraciones foliares de potasio estacionales obtenidas durante 3 años consecutivos.

Azufre

El análisis estadístico para la variable azufre (n= 15) mostró medias comprendidas entre 0,22 y 0,53 %. Se trabajó con desviaciones estándar muy bajas (menores que 0,04) y coeficientes de variación bajos (menores que 7).

Las concentraciones foliares de azufre resultaron diferentes entre las estaciones y tuvieron una misma dinámica durante los 3 años estudiados. Las medias de las concentraciones foliares oscilaron entre 0,14 y 0,53 %, con las mayores concentraciones asociadas a las estaciones de primavera y verano (Fig. 4).

Hierro

El análisis estadístico para la variable hierro (n= 15) mostró medias comprendidas entre 48 y 239 ppm. Se trabajó con desviaciones estándar bajas (menores que 13,68) y coeficientes de variación también bajos (menores que 7,54).



Fig. 4. Concentraciones foliares de azufre estacionales obtenidas durante 3 años consecutivos.

La dinámica de las concentraciones foliares de Fe resultaron muy similares durante los 2 primeros años de estudio, con las del invierno más elevadas, mayores que 200 ppm (Fig. 5).

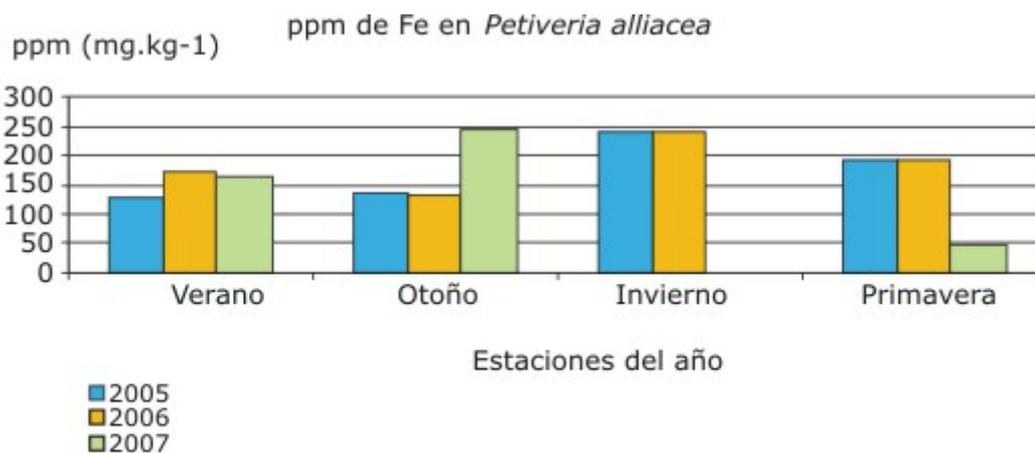


Fig. 5. Concentraciones foliares de hierro estacionales obtenidas durante 3 años consecutivos.

Manganeso

El análisis estadístico para la variable manganeso (n= 15) mostró medias comprendidas entre 175 y 650 ppm. Se trabajó con desviaciones estándar no tan bajas como los elementos anteriores (menores que 33,04) y coeficientes de variación bajos (menores que 14).

Las concentraciones foliares de este elemento se incrementaron desde el verano hacia la primavera, en donde se obtuvieron las mayores concentraciones (650 ppm), con excepción de 2007, cuando las concentraciones resultaron aún menores que las registradas para los meses de verano (Fig. 6).

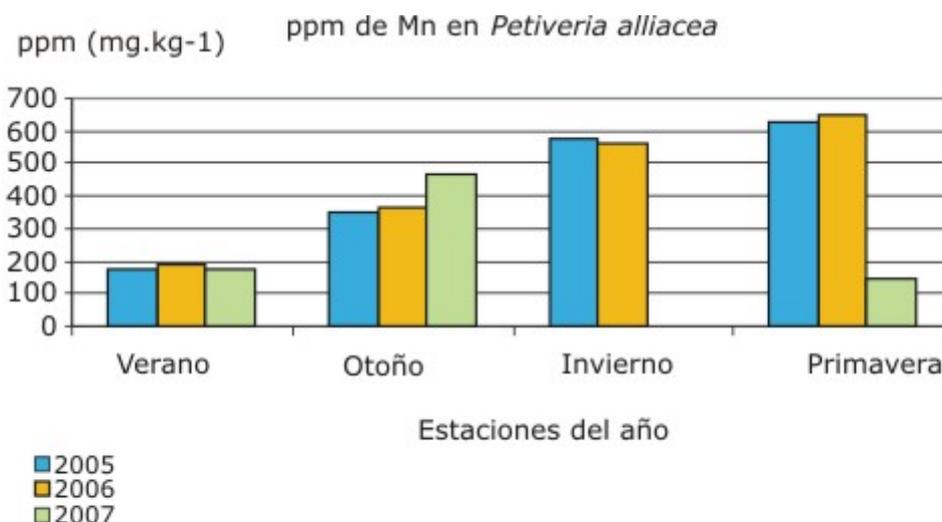


Fig. 6. Concentraciones foliares de manganeso estacionales obtenidas durante 3 años consecutivos.

Cinc

El análisis estadístico para la variable cinc ($n= 15$) mostró medias comprendidas entre 25 y 113 ppm. Se trabajó con desviaciones estándar bajas como los elementos anteriores (menores que 3,53) y coeficientes de variación también bajos (menores que 10,75).

Las concentraciones foliares de Zn, tuvieron un comportamiento muy similar durante los 3 años de estudio, las medias durante el verano oscilaron entre 62 y 70 ppm, disminuyeron en el otoño a valores entre 25 y 30 ppm, y aumentaron en los meses de invierno y primavera (mayores que 100 ppm); a excepción de la primavera de 2007 (Fig. 7).

Cobre

El análisis estadístico para la variable cinc ($n= 15$) mostró medias comprendidas entre 12 y 68 ppm. Se trabajó con desviaciones estándar bajas (menores que 3) y coeficientes de variación también bajos, aunque mayores que en otros elementos (menores que 19).

A diferencia de los micronutrientes anteriores, las concentraciones foliares medias más pequeñas se registraron en otoño e invierno (< 20 ppm), mientras que en los meses de verano y primavera estuvieron comprendidas entre 30 y 70 ppm (Fig. 8).

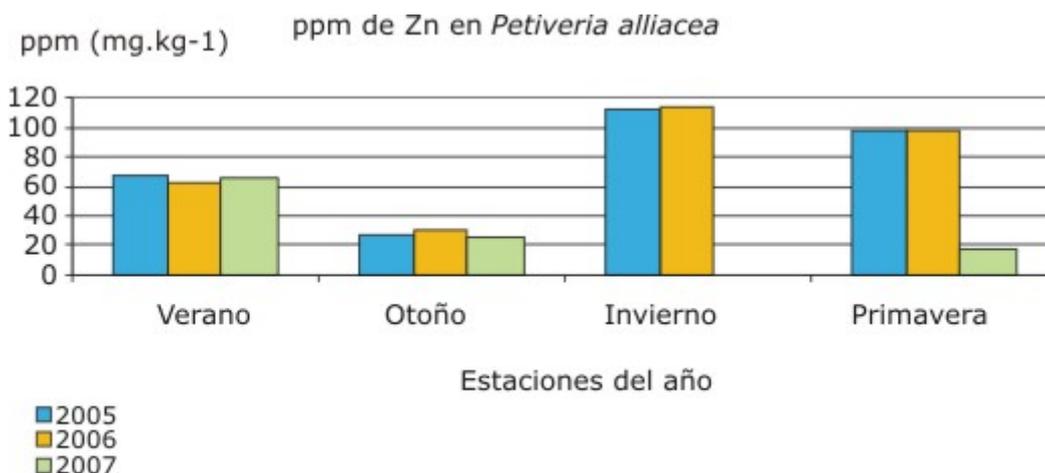


Fig. 7. Concentraciones foliares de cinc estacionales obtenidas durante 3 años consecutivos.

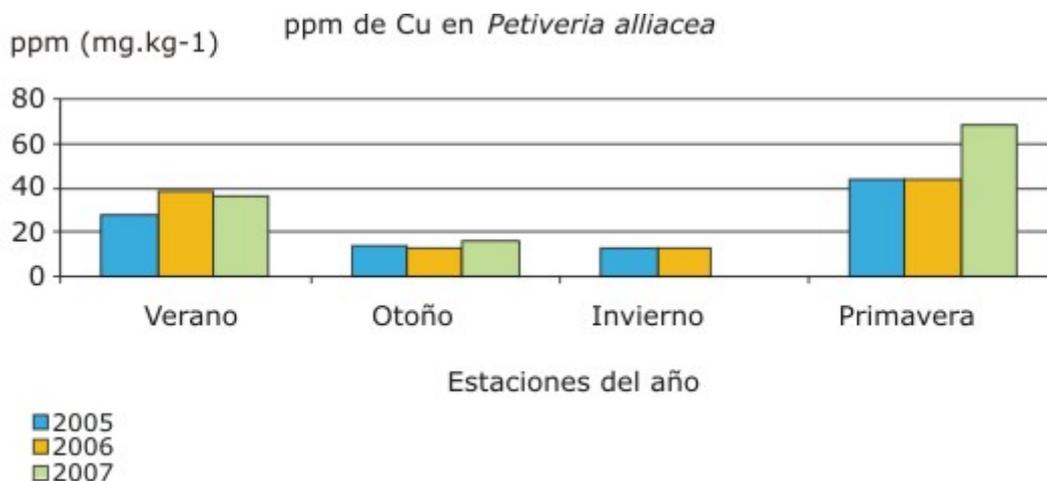


Fig. 8. Concentraciones foliares de cobre estacionales obtenidas durante 3 años consecutivos.

DISCUSIÓN

Las concentraciones medias de nitrógeno foliar observadas en este estudio son similares a las reportadas por *Schroeder*,³⁰ con las mayores concentraciones asociadas a los meses de primavera y verano, cuando la planta se encuentra en fase de crecimiento vegetativo. Los tenores de fósforo encontrados son semejantes a otros reportados en condiciones similares.³⁰ Las concentraciones foliares de fósforo se mantuvieron constantes durante el período considerado, lo cual condice con el hecho de que el fósforo es uno de los elementos minerales que menos modificaciones refleja ante los cambios o fenómenos de crecimiento, con variaciones de poca magnitud.³⁰ La planta parece que lo requiere en cantidades bajas, sin embargo, se ha encontrado que los factores o condiciones que afectan los procesos de crecimiento de la planta son los que afectan directamente el

movimiento de este elemento dentro de los vegetales; quizás esto se deba a que *Petiveria* florece varias veces en el año.³¹

Los contenidos foliares de potasio se mantuvieron constantes durante los ciclos estudiados. Las concentraciones foliares mínimas fueron de 2,25 % y las máximas coincidieron con la primavera con valores cercanos a 4 %, por lo que se podrían considerar elevados en comparación con los citados para otras especies cultivadas.³² Ferrer¹⁵ cita contenidos de potasio muy similares y sostiene que *Petiveria* sp. es una buena fuente de este elemento.

Las concentraciones foliares de azufre coinciden con las citadas por la bibliografía como normales para los tejidos vegetales.³² Las medias de las concentraciones foliares oscilaron entre 0,14 y 0,53 %, con las mayores concentraciones asociadas a las estaciones de primavera y verano.

Las concentraciones foliares de Fe se vieron influenciadas por las bajas temperaturas del otoño-invierno de 2007, al producir la defoliación completa de la planta, las que fueron evidentemente responsables de las bajas concentraciones primaverales de ese año. Concentraciones similares ya fueron reportadas para esta especie en las mismas condiciones para los meses de primavera por Schroeder,³⁰ que obtuvo valores cercanos a 200 ppm, asimismo valores semejantes fueron presentados por Ferrer.¹⁵ Los rangos de suficiencia de hierro no están claramente establecidos, algunos consideran que entre 50 y 75 ppm es normal en los tejidos,²¹ por lo que si bien las concentraciones de hierro encontradas resultaron muy superiores a las citadas por la bibliografía, no se encontraron síntomas de toxicidad por la acumulación de este elemento.

Los niveles foliares de manganeso suficientes para la mayoría de los vegetales se encuentran comprendidos entre 10 y 200 ppm,³² por lo que las concentraciones foliares de este elemento en *Petiveria* sp. son mayores a las citadas como suficientes.

Las concentraciones foliares de este elemento se incrementaron desde el verano hacia la primavera, en donde se obtuvieron los mayores valores (650 ppm), con excepción de 2007, donde las concentraciones resultaron aún menores que las registradas para los meses de verano; suponemos que debido al estrés sufrido por las plantas los meses anteriores y la pérdida total de sus hojas.

Solo las medias de las concentraciones foliares obtenidas durante la estación estival de los 3 años estudiados coinciden con valores ya citados para esta especie por Ferrer¹⁵ y Schroeder.³⁰

En la mayoría de las plantas los contenidos normales de cinc y no excesivos van de 25 a 150 ppm.³³ Los tenores encontrados en este estudio son semejantes a otros reportados en condiciones similares de crecimiento de la especie.^{15,30}

El cobre es absorbido por las plantas en cantidades mínimas, los contenidos sobre materia seca están comprendidos entre 2 y 20 ppm.³⁴ Las concentraciones foliares en los meses de verano y primavera resultaron mayores, quizás debido a que el mecanismo de absorción de cobre es en su mayor parte de carácter metabólico, y está asociado a los compuestos orgánicos nitrogenados y a los cloroplastos de las hojas; por lo que al aumentar la actividad fotosintética en los meses primavera-estivales aumentarían las concentraciones de cobre en estas.

Las concentraciones foliares encontradas concuerdan con las reportadas por *Schroeder*³⁰ en condiciones similares, pero son inferiores por las citadas por *Ferrer*,¹⁵ quien encontró contenidos foliares de cobre de 160 ppm.

En conclusión, las concentraciones foliares medias de los nutrientes de plantas de *Petiveria alliacea* que crecen en condiciones naturales en el norte de la provincia de Corrientes varían entre: 1,07 y 2,47 % de N; 0,2 y 0,33 % de P; 2,32 y 3,85 % de K; 0,22 y 0,53 % de S; 48 y 239 ppm de Fe, 175 y 650 ppm de Mn, 25 y 113 ppm de Zn; 12 y 68 ppm de Cu.

Las medias de las concentraciones foliares de nitrógeno, potasio y azufre tienden a ser mayores en los meses de primavera y verano, cuando la planta tiene su mayor actividad metabólica, y decrecen en los meses de otoño e invierno. La concentración de fósforo foliar se muestra sumamente constante durante el año.

Dentro de los micronutrientes analizados, el hierro, el manganeso y el cinc, se acumulan en las hojas especialmente en los meses de invierno, mientras que las concentraciones foliares de cobre son las únicas que tienen un comportamiento contrario, porque en los meses de otoño e invierno disminuyen de modo considerable.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IUCN -The international union for conservation of nature and natural resources. Guidelines on the conservation of medicinal plants. Switzerland: Gland; 1993. p. 50.
2. Scheffer MC, Ming LC, de Araujo AJ. Conservação de recursos genéticos de plantas medicinais. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. 2002 . [en línea] [citado 27 Ago 2009] Disponible en: <http://www.cpsa.embrapa.br/livrorg/medicinaisconservacao.doc>
3. Vallejos JA, Alderete JM, Janin AF, De Bernardi L, Barreiro E, Catalani G. Las hierbas en la Argentina. Foro Internacional de Hierbas, Tokio, Japón; 2000. Website. Versión enero 2009 [en línea] [citado 19 Sep 2009]. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/especies/05_Publica/Hierbas/Hierbas1/Hierbas.htm
4. Acosta de la Luz L. Las plantas aromáticas y medicinales, alternativa terapéutica y socioeconómica de los países en desarrollo. Conferencia. En: III Seminario Internacional del Grupo de Estudios Comparativos Euroafricanos y Eurolatinoamericanos, Universidad de La Habana; 1998. [en línea] [citado 28 Ago 2009]. Disponible en: <http://www.herbotecnia.com.ar/c-articu-005.html>
5. Stevens WD, Ulloa CU, Pool A, Montiel OM. Flora de Nicaragua. Vol. 85, t I, II y III. St. Louis, Missouri: Missouri Botanical Garden Press; 2001. Disponible en: <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>

6. Zuloaga FO, Morrone O, Belgrano MJ. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monograph in Systematic Botany of Missouri Botanical Garden. 2008;107(1).
7. Souza VC, Lorenzi H. Botânica Sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, San Pablo, Brasil: Editora Plantarum; 2005. p. 640.
8. C.E.T.A.A.R. Plantas medicinales del Nordeste Argentino. Sabiduría popular y validación científica. Centro de Estudios sobre Tecnologías Apropriadas de la Argentina Instituto de Cultura Popular. Santa Fe. Argentina: Ed. Instituto de Cultura Popular I.N.C.U.P.O.; 1998. p. 161.
9. Robineau LG. Hacia una farmacopea caribeña. Edición TRAMIL 7. Investigación científica y uso popular de plantas medicinales en el caribe. Santo Domingo. República Dominicana: Edición TRAMIL; 1995. p. 608.
10. Soraru SB, Bandon AL. Plantas de la medicina popular argentina. Buenos Aires: Editorial Albatros; 1978. p. 18.
11. Gupta MP. 270 Plantas medicinales iberoamericanas. Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el desarrollo. Colombia: CYTED; 1995. p. 576.
12. Ratera EL, Ratera MO. Plantas de la flora argentina empleadas en medicina popular. Buenos Aires, Argentina: Ed. Hemisferio Sur; 1980. p. 189.
13. Aranson T, Uek F, Lambert J, Hebda R. Maya medicinal plants of San José Succotz Beinze. J Ethnopharmacol. 1980;21:345-64.
14. Martínez Crovetto R. Plantas utilizadas en medicina en el N.O. de Corrientes. Miscelánea 69. Ed. Fundación Miguel Lillo. Tucumán Argentina: Ministerio de Cultura y Educación; 1981. p. 139.
15. Ferrer JI. Principales referencias etnomédicas sobre el anamú (*Petiveria alliacea* Linn) y principios activos encontrados en la planta. Un acercamiento al tema. Revista CENIC Ciencias Biológicas. 2007;38(1).
16. Benevides PJ, Young MC, Giesbrecht AM, Roque NF, Bolzani VS. Antifungal polysulphides from *Petiveria alliacea* L. Phytochemistry, 2001;57(5): 743-7.
17. Garcia H. Flora medicinal de Colombia, T. 1. 2da ed. Bogotá, Colombia: Tercer Mundo Editores; 1992. p. 304.
18. Misas CAJ. The biological assessment of Cuban plants. III. Rev Cubana Med Trop. 1990;31(1):21-7.
19. William LAD, The TL, Gardner MT, Fletcher CK, Naravane A, Gibbs N, et al. Immunomodulatory activities of *Petiveria alliacea*. Phytotherapy Research. 1997;11:143.
20. Fuentes V. Estudios fenológicos en plantas medicinales VIII. Rev Plantas Med. 1989;9: 43-52.
21. Alcantar González G, Trejo Téllez, LI. Nutrición de Cultivos. México S.A.: Editorial Mundi prensa; 2007. p. 455.

22. Malavolta E, Vitti GC, De Olivera SA. Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios y aplicações. Piracicaba. SP. Brasil: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato; 1989. p. 201.
23. De Fina AL, Ravelo AC. Climatología y Fenología Agrícolas. 4ta ed. Buenos Aires, Argentina: EUDEBA; 1985. p. 354.
24. Strahler AN, Strahler AH. Geografía Física. 3ra ed. Barcelona, España: OMEGA; 1997. p. 550.
25. Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. Agency for International Development. 4th ed. United States Department of Agriculture, Virginia: SMSS Technical Monograph N° 19; 1990. p. 423.
26. Soil Survey Staff. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook N° 436; 1975.
27. Kalra YP. Handbook of referente methods for plant análisis. Soil and plant análisis council, USA: Inc. CRC Press; 1998. p. 300.
28. Murphy J, Riley JP. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Annal Chem. 1962;27:31-6.
29. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. Infostat, versión 2008. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: Grupo Infostat, FCA; 2008.
30. Schroeder MA, López A, Martínez GC Resultados preliminares del análisis foliar de algunas especies medicinales del nordeste argentino. Agrotecnia. 2005;15:8-11.
31. Salisbury F, Ross C. Fisiología de las Plantas. España: Thomson Editores. Paraninfo (S.A.); 2000. p. 305.
32. Mills HA, Benton Jones JrJ. Plant Analysis Handbook II. Georgia EE. UU.: Ed. Micromacropublishing; 1996. p. 422.
33. Loué A. Los microelementos en agricultura. Madrid: Ed. Mundi Prensa; . 1988. p. 354.
34. Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. London. U.K.: Academic Press; 2002. p. 889.

Recibido: 3 de febrero de 2011.

Aprobado: 26 de septiembre de 2011.

María Andrea Schroeder. Sargento Cabral 2131. Cátedra de Química Analítica y Agrícola. Departamento de Física y Química. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. CP 3400. Corrientes, Argentina. Correo electrónico: maandrea@agr.unne.edu.ar
