



## TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

# BIOCONCENTRACIONES FOLIARES DE “BOLDO PARAGUAYO” (*Plectranthus ornatus* Codd) EN EL NOROESTE DE CORRIENTES, ARGENTINA

## “Boldo paraguayo” (*Plectranthus ornatus* Codd) foliar bioconcentrations in the north-west of Corrientes, Argentina.

Schroeder, María A.<sup>1</sup>, Burgos, Ángela M.<sup>2</sup>, Michellod, Alcides M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Física y Química. Facultad de Cs. Agrarias. UNNE. <sup>2</sup>Dpto. de Producción Vegetal. Facultad de Cs. Agrarias. UNNE. <sup>3</sup>Laboratorio Provincial de Calidad Agropecuaria. Ministerio de la Producción de la Provincia de Corrientes. E-mail: maandrea2@yahoo.com.ar

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar parámetros nutricionales de *Plectranthus ornatus* Codd y conocer la dinámica de los nutrientes en las diferentes estaciones del año en el zona noroeste de la provincia de Corrientes, Argentina. Plantas de más de dos años de implantación, que crecían naturalmente bajo las mismas condiciones ambientales fueron el material genético evaluado. Las variables analizadas fueron las concentraciones foliares de los nutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio (expresadas en porcentaje-g.100g<sup>-1</sup>), cinc, cobre, hierro y manganeso (expresadas en partes por millón-μg. g<sup>-1</sup>). Los muestreos fueron realizados en las cuatro estaciones del año y durante tres años consecutivos. Los macronutrientes presentaron concentraciones foliares estables en el tiempo. Los micronutrientes que presentaron variación significativa en concentración foliar a través de los años fueron el Fe y el Zn, pero sus concentraciones no resultaron significativamente diferentes a lo largo de las estaciones del año, manteniéndose estables. Los aportes nutricionales están representados por concentraciones foliares medias que varían entre: 0,68 a 1,91 % de N; 0,37 a 0,59 % de P; 2,80 a 4,57 % de K; 14,89 a 21,51 ppm de Cu; 10,66 a 13,53 ppm de Zn; 17 a 27,50 ppm de Mn y 42,21 a 45,32 ppm de Fe.

**Palabras Claves:** *Plectranthus ornatus*, concentraciones foliares, nutrientes, dinámica nutricional.

### ABSTRACT

The aim of this researchwork was to evaluate nutritional parameters in *Plectranthus ornatus* Codd and to describe nutrients seasonal dynamic in the northwest area of Corrientes, Argentina. Plants with more than two years of implantation, which grew naturally under the same environmental conditions, were the genetic material evaluated. The variables analyzed were nutrients foliar concentrations, such as: nitrogen, phosphorus and potassium (expressed as percentage-g.100g<sup>-1</sup>), zinc, copper, iron and manganese (expressed in parts per million-μg g<sup>-1</sup>). The samplings were carried out in each of the four seasons of the year for three years consecutively. Stable leaf concentrations were evidenced in macronutrients over time. Fe and Zn micronutrients showed significant variation in foliar concentration along the years, however, their concentration levels were not significantly different throughout the seasons, remaining stable. The nutritional contributions are represented by means of foliar concentrations that may vary between: 0.68 to 1.91% of N; 0.37 to 0.59% of P; 2.80 to 4.57% K; 14.89 to 21.51 ppm Cu; 10.66 to 13.53 ppm Zn; 17 to 27.50 ppm of Mn and 42.21 to 45.32 ppm of Fe.

**Key words:** *Plectranthus ornatus*, foliar concentrations, nutrients, nutritional dynamics.

Recibido: 29/dic/2021. Aceptado: 31/oct/2022



## INTRODUCCIÓN

El género *Plectranthus* L Her. Se caracteriza por presentar una estructura herbácea, muy aromática, perenne, pertenece a la familia Lamiaceae, sub-familia Nepetoidea, posee cerca de 300 especies con innumerables híbridos y una gran variedad de aplicaciones etnobotánicas. Estas especies se encuentran distribuidas por regiones tropicales y subtropicales de Asia, África, Australia e Islas del Pacífico (Lukhoba et al., 2006). Cerca de 60 especies de *Plectranthus* fueron citadas por su importancia económica por ser fuentes de aceites esenciales aromáticos, siendo también cultivadas como plantas ornamentales, comestibles, condimentarias y medicinales. Algunas especies de *Plectranthus* poseen alto potencial químico con aplicación fitoterápica siendo identificados algunos metabolitos secundarios con probable actividad hipotensora, antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana y antifúngica (Lukhoba et al., 2006). Es utilizado en la medicina popular como anti dispéptica, anti-reumática, carminativa, colagoga, colerética, estomáquica, hiposecretora gástrica, hipotensora, tónica, analgésica, entre otras indicaciones (Cámara et al., 2003; Fischman et al., 1991; Soria y Basualdo, 2005). En definitiva *Plectranthus* es un género con potencial económico en varios sectores (Rice et al., 2011).

*Plectranthus ornatus* Codd que es una hierba perenne y suculenta, de aroma agradable (Figura 1) comúnmente usada como planta ornamental en jardines, y conocida en Argentina como “boldo paraguayo”, “falso boldo” o “boldo rastrero”, al igual que en Brasil, donde también es conocida como “boldo gambá”, “boldo japonés”, “boldo pequeño” y muy utilizada como ornamental debido a su aroma e inflorescencia (Lima et al., 2017). Se ha comprobado la presencia de diterpenos en sus hojas (Albuquerque et al., 2003; Oliveira et al., 2005); de barbatusina presente también en *P. barbatus* Andr. la cual tiene actividad hiposecretora gástrica (Soria y Basualdo, 2005; Rodríguez et al., 2011); y de tres diterpenoides semejantes a la forskolina con actividad antibacteriana (Rijo et al., 2002; Fernandes Galvão Rodrigues, 2013), además de otros compuestos como flavonoides y taninos (Martins et al., 2005).



**Figura 1.** Aspecto de la especie *Plectranthus ornatus* Codd. Detalle de Flor (a), inflorescencias terminales (b) y hojas (c).

Las investigaciones de vanguardia están enfocadas al estudio de sus propiedades químicas y sus caracteres anatómicos (Mauro et al., 2008; Ferreira Pires et al., 2010; Passinho Soares, 2010; Passinho Soares et al., 2013) *P. ornatus* citado también por sus propiedades analgésicas y diuréticas (Rodríguez et al., 2011).

Si bien crece de manera silvestre en el bioambiente de Corrientes, al nordeste de Argentina; su única forma de obtención es a través del extractivismo o recolección indiscriminada de los montes. Aún no fue cultivada a escala comercial, por lo que resulta escasa la información e investigación básica existente en lo relativo a su domesticación, propagación y condiciones de cultivo (Toth et al., 2013).

Actualmente, el interés por el estudio y el cultivo de las plantas aromáticas y medicinales ha aumentado, tanto la industria farmacéutica como diversos grupos de investigación realizan estudios para la identificación de nuevos fármacos de origen vegetal para el tratamiento de numerosas enfermedades. A nivel agronómico, la importancia de las investigaciones se centra en que las plantas medicinales pueden formar parte de la diversificación de cultivos y ser una alternativa rentable para pequeños productores (Toth et al., 2013).

Uno de los principales problemas para iniciar cualquier cultivo a escala comercial es el desconocimiento sobre el estado nutricional del mismo, al no contar con sus parámetros nutricionales no se podrá obtener volúmenes constantes de producción con altos estándares de calidad, bajo las normas de las buenas prácticas agrícolas del cultivo y menos aún el manejo de la fertilización que permita maximizar el producto de cosecha (Pedraza y Hénao, 2008).

Actualmente el análisis de tejidos vegetales se considera como una referencia indispensable, para determinar tanto los requerimientos nutricionales de las plantaciones como los estados carenciales de los elementos minerales. Particularmente el análisis foliar, da una indicación precisa de la absorción de diferentes elementos por la planta, porque las hojas son muy sensibles a los cambios de composición del medio nutritivo (Malavolta et al., 1989)

El análisis foliar se puede considerar como una fotografía de la concentración del nutriente en el momento del muestreo y es, por lo tanto, una herramienta que permite diagnosticar el status nutricional de un cultivo. En situaciones donde no se disponga de investigación nacional, los datos provenientes de otros países pueden ser útiles, aunque no deberían ser extrapolados estrictamente (Barbazán, 1998). En este sentido, Malavolta et al. (1989) considera que es importante obtener *in situ* los niveles nutricionales de referencia para cada región agrícola, con el fin de poder interpretar correctamente los análisis foliares para cada sustrato y momento fenológico de un cultivo. Además, la deficiencia o exceso de nutrientes podría interferir en la producción de biomasa y en la concentración de principio activo (Costa et al., 2008).

El objetivo de este trabajo fue evaluar parámetros nutricionales de esta especie y conocer la dinámica de los nutrientes en las diferentes estaciones del año en la zona noroeste de la provincia de Corrientes, Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material biológico

El material genético evaluado han sido plantas de *P. ornatus* de más de dos años de plantadas, que crecían naturalmente bajo las mismas condiciones ambientales; y que no recibieron fertilización alguna durante el desarrollo de la experiencia.

### Sitio de experimentación y características biogeográficas

Las plantas del ensayo crecían en el Huerto de Plantas Medicinales del Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), ubicado al noroeste de la Provincia de Corrientes, Argentina (27° 28' 27'' S, 58° 47' 00'' O), durante las campañas 2013-2014-2015.

El clima se caracteriza por presentar precipitaciones promedio de 1200 mm anuales, evapotranspiración media anual según Thornthwaite de 1100 mm y temperatura media anual de 21,6°C; con período libre de heladas de 340 a 360 días. 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 (De Fina y Ravelo, 1985; Strahler y Strahler, 1997).

Las temperaturas y precipitaciones medias estacionales de los años 2013-2014 y 2015 se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Datos meteorológicos reportados por la estación meteorológica: 871660 (SARC).

	2013				2014				2015			
	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
T	25,66	18,43	16,83	23,66	26,96	19,03	17,93	25,26	24,96	18,56	16,56	24,76
TM	32,16	24,7	24,7	30,6	34,8	25,56	25,6	32,33	31,76	24,76	23,86	31,66
Tm	21,06	13,53	10,36	18,13	20,56	13,8	11,76	19,7	19,83	14,2	11	19,23
H	75,6	78,1	65,44	67,4	59,83	74,46	63,7	67,33	71,4	78,46	64,36	67,26
PP	239,8	170,1	31,58	264,34	174,2	172,5	37,89	238,4	286,7	299,7	33,83	614,8

T Temperatura media (°C) TM Temperatura máxima (°C) Tm Temperatura mínima (°C) SLP Presión atmosférica a nivel del mar (mb) H Humedad relativa media (%) PP Precipitación total de lluvia y/o nieve derretida (mm.)

El suelo del sitio de experimentación es Udipsamment álfico, mixto, hipertérmico, pertenece a la Serie Ensenada Grande. 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. Son suelos con baja CIC, baja fertilidad y buen drenaje en respuesta a su textura arenosa (Soil Survey Staff, 2014).

Según el análisis del suelo del sitio de experimentación realizado por el servicio de análisis de suelo de la Cátedra de Edafología, FCA-UNNE (Diciembre 2012), se trata de un suelo con pH: 6,03 en agua (pHmetro Orion modelo 420 A); conductividad  $1,2 \times 10^2$  mmhos.cm<sup>-1</sup> (Parsec S.A. Antares II), contenido de P: 2,272 ppm (Método Bray y Kurtz N°1); N Total: 0,025 % (Método Semi- Kjeldhal); K: 0,096 meq. 100 g<sup>-1</sup> (método foto-metría de llama) y M.O.: 0.435% (Método Walkey – Black).

### **Variables medidas**

Las variables analizadas en este estudio fueron las concentraciones foliares de los nutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio (expresadas en porcentaje-g.100g<sup>-1</sup>), cinc, cobre, hierro y manganeso (expresadas en partes por millón- $\mu\text{g. g}^{-1}$ ). Para cuantificar los minerales, las muestras se secaron en estufa convencional según lo recomendado por Rodríguez et al. (2011), método que no altera los principios activos (diperpenos, compuestos fenólicos y aceites esenciales) pero logra al mismo tiempo la mayor pérdida de agua, y molidas en molinillo mecánico tipo Willey. Para disgregar las muestras fueron utilizadas una digestión ácida con ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 98 % p.a. (marca comercial: Cicarelli). El proceso de digestión se llevó a cabo bajo campana de gases, sobre plancha caliente a 350°C durante 3 hs aproximadamente. Los digestos fueron llevados al volumen correspondiente (50 ml) y también una ascenización seca en horno mufla a 500°C durante 4 a 6 hs, luego las cenizas fueron disueltas con ácido clorhídrico (HCl p.a) y agua destilada, el filtrado fue llevado a un volumen constante de 50 ml (Sadzawka et al., 2007).

La determinación de nitrógeno total se realizó mediante el Método de Kjeldhal; fósforo por espectrometría de absorción molecular en un espectrofotómetro UV visible Metrolab<sup>®</sup> 330 mediante el método Murphy-Riley y los demás elementos analizados (potasio, manganeso, cobre, hierro y cinc) por espectrometría de absorción atómica de llama en un espectrofotómetro de absorción atómica, GBC<sup>®</sup> modelo 932 Plus. (Sadzawka et al., 2007)

### **Diseño del muestreo**

Los muestreos fueron realizados en las cuatro estaciones del año y durante tres años consecutivos (2013-2014-2015). Las muestras foliares fueron extraídas de plantas de *P. ornatus* elegidas al azar y con más de dos años de implantación, a razón de 200 g de hojas enteras de edad intermedia, extrayéndose aproximadamente 20 g de hojas por planta. Cada muestra compuesta fue subdividida en cinco submuestras, con tres repeticiones cada una.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis de los resultados se aplicaron herramientas de estadística descriptiva y análisis de variancia con prueba de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) mediante el programa Infostat (2012).

## **RESULTADOS**

### **Macronutrientes**

Las concentraciones foliares medias de los macronutrientes analizados N, P, y K no presentaron diferencias significativas entre los tres años analizados, lo que denota un comportamiento estable independiente de este factor de variación.

**Nitrógeno:** Las concentraciones foliares medias de nitrógeno obtenidas durante los tres años evaluados presentaron diferencias significativas entre estaciones. Las mayores concentraciones medias se encontraron en el verano y otoño, alcanzando valores de 1,68% y 1,91%, respectivamente. Las concentraciones de primavera e invierno fueron significativamente menores, alcanzando valores medios de 1,05 y 0,78% respectivamente (Tabla 2).

**Fósforo:** Las concentraciones foliares medias de fósforo tuvieron diferencias significativas entre las distintas estaciones, siendo significativamente menores las de primavera (0,36%) respecto de las otras tres estaciones (Tabla 2).

**Potasio:** La variable asociada al potasio mostró concentraciones medias comprendidas entre 3,63 y 4,09% a través de los años y las estaciones. Hubo diferencias significativas entre las concentraciones foliares estacionales, durante la primavera se obtuvieron las menores medias (2,80%), en otoño e invierno las mayores que no se diferenciaron entre ellas (4,05 y 4,57%) y durante el verano se encontraron valores intermedios (3,66%) (Tabla 2).

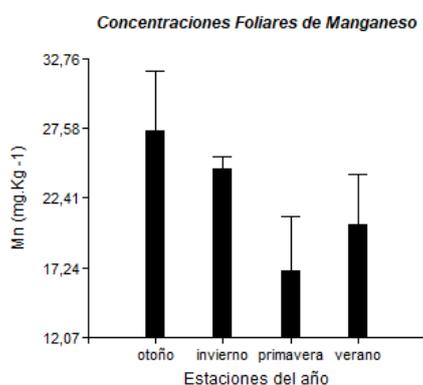
**Tabla 2.** Medias de las concentraciones foliares anuales y estacionales de macronutrientes obtenidas en *P. ornatus* durante tres años consecutivos.

Nutriente	Año	Estaciones del año				Media Anual	CV (%)
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera		
N (%)	2013	1,63 B	1,83 B	0,35 A	0,99 A	1,19 a	20,27
	2014	1,53 B	2,15 B	1,57 A	1,25 A	1,62 a	20,27
	2015	1,90 B	1,75 B	0,43 A	0,95 A	1,26 a	20,27
	CV (%)	<b>24,88</b>	<b>24,88</b>	<b>24,88</b>	<b>24,88</b>		
P (%)	2013	0,4 B	0,43 B	0,48 B	0,40 A	0,43 a	24,61
	2014	0,8 B	0,55 B	0,52 B	0,31 A	0,55 a	24,61
	2015	0,56 B	0,64 B	0,65 B	0,38 A	0,56 a	24,61
	CV (%)	<b>21,3</b>	<b>21,3</b>	<b>21,3</b>	<b>21,3</b>		
K (%)	2013	3,15AB	4,21B	3,86B	3,30 A	3,63 a	27,2
	2014	3,86AB	3,70 B	6,55B	2,26 A	4,09 a	27,2
	2015	3,97AB	4,25B	3,31B	2,84 A	3,59 a	27,2
	CV (%)	<b>21,74</b>	<b>21,74</b>	<b>21,74</b>	<b>21,74</b>		

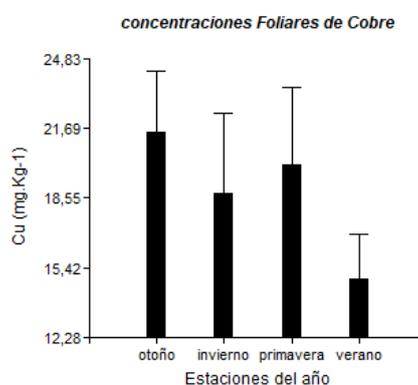
Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) entre estaciones del mismo año. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) entre años.

### Micronutrientes

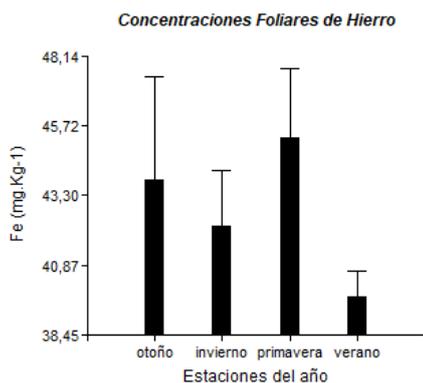
Las medias de las concentraciones foliares de los micronutrientes analizados, expresadas partes por millón (mg de nutriente.  $\text{kg}^{-1}$  de materia seca), se consignan en las Figuras 2, 3, 4 y 5.



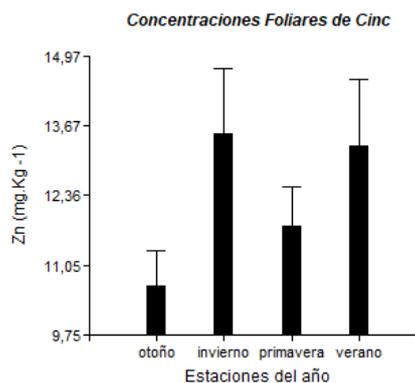
**Figura 2.** Medias de las concentraciones foliares estacionales de Mn obtenidas en *Plectranthus ornatus* durante tres años consecutivos.



**Figura 3.** Medias de las concentraciones foliares estacionales de Cu obtenidas en *Plectranthus ornatus* durante tres años consecutivos.



**Figura 4.** Medias de las concentraciones foliares estacionales de Fe obtenidas en *Plectranthus ornatus* durante tres años consecutivos.



**Figura 5.** Medias de las concentraciones foliares estacionales de Zn obtenidas en *Plectranthus ornatus* durante tres años consecutivos.

Las concentraciones foliares medias de los micronutrientes analizados Mn y Cu no presentaron diferencias significativas entre los tres años analizados, ni entre estaciones del año; lo que denota un comportamiento estable independiente de estos factores de variación.

Sin embargo las respuestas de Fe y Zn, presentaron diferencias significativas entre años y a su vez cada nutriente lo hizo en un año diferente pero no presentaron diferencias entre las estaciones a través de los diferentes años. Esto denota que las concentraciones foliares de Zn y Fe son totalmente independientes de las estaciones del año.

**Manganeso y Cobre:** Las concentraciones medias foliares de Mn oscilaron entre 20,02 y 23,38 ppm; por su parte las de Cobre oscilaron entre 14,60 y 22,02 ppm en el lapso de tres años (Figuras 2 y 3).

**Hierro:** Las concentraciones foliares medias de Fe entre años oscilaron entre 37,00 y 46,45 ppm generando diferencias significativas, la mínima correspondió al año 2014 (Figura 4).

**Zinc:** Las concentraciones foliares medias entre años de Zinc estuvieron comprendidas entre 10,07 y 14,09 ppm generando diferencias significativas, la mínima correspondió al año 2015 (Figura 5).

## DISCUSIÓN

En condiciones naturales la cantidad de nutrientes disponible es siempre limitada y las adiciones externas son escasas, por lo que las plantas necesitan reciclar, reducir las pérdidas y maximizar la eficiencia en el uso de los nutrientes para conseguir una máxima producción de biomasa con una cantidad dada de nutrientes (Malavolta et al., 1989).

El suelo en particular del sitio de experimentación es pobre en Nitrógeno y Materia Orgánica. En este sentido, bajo condiciones restrictivas de N y M.O. se tiende a maximizar la producción de metabolitos secundarios, por lo que un suelo con las características antes descritas resultaría más favorable que uno de alta fertilidad; permitiendo el manejo discrecional a través de un plan de fertilización adecuado que logre un balance de producción entre biomasa y principio activo (De la Fuente et al., 2006).

El contenido mineral de las plantas medicinales sufre constantemente variaciones como consecuencia de las características intrínsecas de la planta, el tipo de suelo, la zona geográfica donde crecen, el grado de contaminación del aire, suelo y agua y la acción antropológica entre los principales factores (Tokaloğlu, 2012; Saraf y Samant, 2013).

*P. ornatus* fue capaz de desarrollar biomasa vegetativa y florecer optimizando el uso de los pocos nutrientes que encuentra en el suelo del lugar donde se ha desarrollado la experiencia.

Las concentraciones de Nitrógeno foliar máximas en otoño y verano podría responder a una relación entre la formación de materia seca y una mayor actividad de síntesis inducida por el ambiente (temperaturas y fotoperíodo) y favorables al crecimiento.

Se ha demostrado que concentraciones de Potasio en la parte aérea vegetal pueden disminuir a medida que la planta aumenta su materia verde, lo que ocurre en los meses de temperaturas más cálidas (primavera – verano) debido al efecto de dilución (Bryson et al., 2014). Esto explicaría la respuesta encontrada en *P. ornatus*, donde las menores concentraciones se determinaron en primavera, época de máxima tasa de crecimiento después del reposo invernal.

Las concentraciones foliares de Manganese oscilaron entre 20,0 y 23,6 ppm, sin haber diferencias significativas entre los años evaluados. Algunos autores sostienen que las concentraciones de Manganese foliares varían entre 5 y 1500 ppm en base al peso seco en la mayoría de los vegetales. En muchas plantas, las hojas con síntomas de deficiencia poseen niveles de Mn menores de 20 ppm en base al peso seco, no obstante en *P. ornatus* no fueron detectados (Bryson et al., 2014).

(Bryson et al., 2014) señalan que las proporciones de Zinc en las plantas varían entre 3 y 150 ppm en base al peso seco, y el rango de suficiencia en la mayoría de los vegetales estaría entre 15 y 50 ppm siendo deficiente por debajo de estas concentraciones. *P. ornatus* nunca manifestó síntomas de deficiencia de este elemento a pesar que las concentraciones estuvieron por debajo de 15 ppm en promedio. Quizás las bajas concentraciones de Zn encontradas pueden estar asociadas a las altas concentraciones de P, sobre todo en primavera-verano, las que pudieron interferir en la absorción y traslocación de este elemento.

Las concentraciones foliares de Cobre oscilaron entre 14 ppm (verano) y 22 ppm (otoño), estando dentro de las concentraciones normales encontradas en la mayoría de las plantas que oscilan entre 2 y 75 ppm en base al peso seco. Las plantas deficientes presentan cantidades foliares menores de 4 ppm en base al peso seco. El rango de Cu para un crecimiento normal cae usualmente entre 5 y 20 ppm, mientras que por encima de 20 ppm se pueden observar síntomas de toxicidad que tampoco fueron observados en *P. ornatus*.

El contenido de Hierro en los tejidos normales varía de 50 a 75 ppm de peso seco, por lo que las concentraciones foliares de Hierro encontradas en esta especie estarían dentro de este rango de suficiencia. Posiblemente al igual que el Zinc, la solubilización de este elemento es menor con altas concentraciones de P foliar (Bryson et al., 2014).

Los principales objetivos de la producción de cultivos medicinales son maximizar la producción de biomasa y optimizar la calidad de la droga vegetal y de sus principios activos. En este sentido se cita que el tenor de agua en *P. ornatus* es de 95,12 % (Rodrigues et al., 2011), asimismo los aceites esenciales aislados por hidrodestilación de hojas y tallos varían de 0,08 a 0,084% (vol/pesos seco) según los datos publicados por (Mota et al., 2014). De esta manera, por cada 1000 g de biomasa se obtendrán alrededor de 50 g de materia seca, de la que se podrá extraer en promedio 4 g de aceite esencial y en el material residual quedará una concentración de elementos minerales cuya media anual en términos de materia seca varían entre 1,1 y 1,6 % de N; 0,4 a 0,5% de P; 3,5 y 4,0% de K para los macronutrientes.

## CONCLUSIÓN

*P. ornatus* es una especie exótica, caracterizada como rústica y crece espontánea y naturalmente en las condiciones climáticas cálidas, húmedas, soleadas y libres de heladas del norte de Corrientes. Por otra parte, los suelos de textura arenosa y baja fertilidad también permiten su crecimiento y desarrollo. Todo ello, hace que esta especie con principios medicinales comprobados, resulte de interés potencial y a ser considerada en planes de diversificación de cultivos a futuro. Para su comercialización en mayor escala las hojas de *P. ornatus* deberán ser presentadas secas. De esta manera, las concentraciones minerales foliares presentes en la muestra deshidratada cobran determinante importancia. En este sentido, el estudio realizado permitió determinar que los tres macronutrientes (N, P y K) presentan concentraciones foliares estables en el tiempo (años), que disminuyen a concentraciones mínimas durante la primavera, que en el caso del N no llegan a diferenciarse significativamente de las del invierno pero sí respecto de las estaciones de otoño y verano. Por su parte en P llegan a ser significativamente menores respecto de las otras tres estaciones del año que no se diferencian entre ellas. En K la diferencia solo fue significativa con respecto a las concentraciones durante el otoño e invierno pero no con respecto a las del verano. Los micronutrientes que presentaron variación significativa en concentración foliar a través de los años fueron solo Fe y Zn, pero sus concentraciones no resultan significativamente diferentes a lo largo de las estaciones del año, manteniéndose estables. A partir de estas muestras secas procesadas, los

aportes nutricionais estão representados por concentrações foliares médias que variam entre: 0,68 a 1,91 % de N; 0,37 a 0,59% de P; 2,80 a 4,57% de K; 14,89 a 21,51 ppm de Cu; 10,66 a 13,53 ppm de Zn; 17 a 27,50 ppm de Mn e 42,21 a 45,32 ppm de Fe em plantas de *P. ornatus* que crescem nas condições subtropicais naturais do noroeste da Província de Corrientes, Argentina.

## REFERÊNCIAS

- Albuquerque, R.L., Lima, L.B., Machado, M.I.L., Silva, M.G.B. y Braz Filho, R. (2003). Novo diterpeno isolado das folhas de *Plectranthus ornatus*. In: 26ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química.
- Barbazán, M. (1998). Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay. p 27.
- Bryson, G.M., Mills, H.A., Sanseville, D.N., Jones Jr, J.B. y Baker, A.V. (2014). Plant Analysis Handbook III. A guide to sampling, preparation, analysis and interpretation for agronomic and horticultural crops. Micro-Macro Publishing, Inc.
- Câmara, C.C., Nascimento, N.R., Macêdo-Filho, C.L. (2003). Antipasmotic effect of the essential oil of *Plectranthus barbatus* and some major constituents on the guinea-pig ileum. - *Planta Medica*. 69: 1080-1085. <https://doi.org/10.1055/s-2003-45186>
- Costa, L.C. do B., Pereira Pinto, J.E.B., Castro, E.M., Vilela Bertolucci, S.K., Corrêa, R.M., Reis E.S., Barreto Alves, P. y dos Santos Niculau E. (2008). Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. *Ciencia Rural*. 38 (8): 2173-2180. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000800013>
- De Fina, A.L., Ravelo, A.C. (1985). Climatología y Fenología Agrícolas. 4º Ed. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina. 354 pp.
- De la Fuente, E.B., Gil, A., Gimenez, P.I., Kantolok, A.G., Lopez Pereira, M. y Ploschuk E. (2006). Cultivos Industriales. Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 800 p.
- Fernandes Galvão Rodrigues, F., Martins Costa, J.G., Fernandes Galvão Rodrigues, F. y Rolim Campos, A. (2013). Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Vol.2013, Article ID 724161, 7 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/724161>
- Ferreira Pires, M., Pereira, F.J., de Castro, E.M., Barbosa, S. y Rodrigues, A.C. (2010). Plasticidade anatômica de folha de *Plectranthus ornatus* Codd. Cultivado sob diferentes condições de sombreamento. In: XIX Congresso de Pós-Graduação da UFLA. Brasil.
- Fischman, L.A., Skorupa, L.A., Souccar, C., Lapa, A.J. (1991). The water extract of *Coleus barbatus* Benth decreases gastric secretion in rats. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 86 (2): 141-143. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761991000600032>
- Lima, N.R.W., Sodrê, G.A., Lima, H.R.R., Paiva, S.R., Kaiowá, A.L.G. y Coutinho, A.J. (2017) Plasticidade Fenotípica. *Rev. Ciência Elem.*, V5 (2). <http://doi.org/10.24927/rce2017.017>
- Lukhoba, C.W., Simmonds, M.S.J., Paton, A.J. (2006). *Plectranthus*: A review of ethno botanical uses. *Journal of Ethnopharmacol.* 103 (1): 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.09.011>
- Malavolta, E., Vitti, G.C., De Olivera, S.A. (1989). Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios y aplicações. Brasil: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. Piracicaba. SP. 201 pp.
- Martins, L.G.S., Senna-Valle, L. y Pereira, N.A. (2005). Princípios ativos e propriedades farmacológicas de 8 plantas popularmente conhecidas por nome de medicamentos comerciais. *Revista Brasileira de Plantas Medicináveis, Botucatu*, 7 (2): 73-76.
- Mauro, C., Silva, C.P., Missima, J., Ohnuck, I., Rinaldi, R.B. y Frota, M. (2008). Estudo anatômico comparado de órgãos vegetativos de boldo miúdo, *Plectranthus ornatus* Codd. em alvarinho, *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.-Lamiaceae. *Rev. Bras. de Farmacogn.* 18 (4): 608-613. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000400019>
- Mota, L., Figueiredo, A.C., Pedro, L.G., Barroso, J.G., Miguel, M.G., Faleiro, M.L. y Ascens, L. (2014). Volatile-Oils Composition, and Bioactivity of the Essential Oils of *Plectranthus barbatus*, *P. neochilus*, and *P. Ornatus* Grown in Portugal. *Chemistry & Biodiversity* 11(5):719–732. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201300161>
- Oliveira, P.M., Ferreira, A.A., Silveira, D., Alves, R.V., Rodrigues, G.V., Emerenciano, V.P. y Raslan, D. (2005). Diterpenoids from the Aerial Parts of *Plectranthus ornatus*. *Journal of Natural Product*. 68 (4): 588-59. <https://doi.org/10.1021/np049827n>
- Passinho Soares, H.C. (2010). Micropropagação e produção de monoterpenos e sesquiterpeno sem *Plectranthus ornatus* Codd. [Tesis Doctoral en Biotecnología. Universidad Estatal de Feira de Santa na. Brasil.] <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/1367>
- Passinho Soares H.C., Meira, P.R., Juceni, P.D., Mesquita, P.R.R., do Vale A.E., Rodrigues, F.M., Pereira, P.A., de Santana, J.R., de Oliveira, F.S., Andrade, J.B. y David, J.M. (2013). Cultivation of *Plectranthus ornatus* Codd. (Lamiaceae) Volatile Organic Compounds Obtained by in Vitro Callus. *Molecules*. 18:10320- 10333. <https://doi.org/10.3390/molecules180910320>

- Pedraza, R. y Henao, M.C. (2008). Composición del tejido vegetal y su relación con variables de crecimiento y niveles de nutrientes en el suelo en cultivos comerciales de menta (*Mentha spicata*L.) *Agronomía Colombiana*. 26(2): 186-196.
- Rice, L.J., Brits G.J., Potgieter, C.J. y Van Staden, J. (2011). *Plectranthus*: A plant for the future? *South African Journal of Botany*. 77 (4): 947-959. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2011.07.001>
- Rijo, P., Gaspar Marques, C., Simoes, M.F., Duarte, A., Apreda Rojas, M.C., Cano, F.H y Rodriguez, B. (2002). Neoclerodane and labdane diterpenoids from *Plectranthus ornatus*. *J. Nat Prod* 65 (10):1387-1390. <https://doi.org/10.1021/np020203w>
- Rodrigues, T.S., Guimarães, S.F., Rodrigues Das Dôres, R.G. y Gabriel, J.V. (2011). Métodos de secagem e rendimento dos extratos de folhas de *Plectranthu sbarbatus* (boldo-da-terra) e *P. ornatus* (boldo-miúdo). *Rev. Bras. Pl. Med.* 13 (spe.): 587-590. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000500014>
- Sadzawka, R.A., Carrasco, R., Demanet, F., Flores, P., Grez, Z., Mora, G. y Neaman, A. (2007). Método de análisis de Tejidos vegetales. 2º Edición. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Actas INIA N° 40, Santiago, Chile. 140 pp.
- Saraf, A. y Samant, A. (2013). Evaluation of some minerals and trace elements in *Achyranthes aspera* Linn. *Int J Pharma Sci.* 3(3): 229-233.
- Soil Survey Staff (2014). Claves para taxonomía de suelos. Dpto. de Agricultura de estados Unidos Servicio de Conservación de recursos Naturales. Décimo Segunda Edición. P. 410.
- Soria, N. y Basualdo, I. (2005). Medicina Herbolaria de la Comunidad Kavaju Kangué. Departamento de Caazapá, Paraguay. Asunción, Paraguay. Libro Digital. En: [http://www.portalguarani.com/2931\\_nelida\\_soria/21464\\_medicina\\_herbolaria\\_de\\_la\\_comunidad\\_kavaju\\_kangué\\_por\\_nelida\\_soria\\_isabel\\_basualdo.html](http://www.portalguarani.com/2931_nelida_soria/21464_medicina_herbolaria_de_la_comunidad_kavaju_kangué_por_nelida_soria_isabel_basualdo.html)
- Strahler, A.N. y Strahler, A.H. (1997). Geografía Física. 3º Edición. OMEGA. Barcelona, España. 550 pp.
- Tokalioğlu, Ş. (2012). Determination of trace elements in commonly consumed medicinal herbs by ICP-MS and multivariate analysis. *Food Chemistry*. 134 (4): 2504–2508. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.093>
- Toth, M.G., Burgos, A.M. y Cenóz, P.J. (2013). Multiplicación agámica de *Plectranthus ornatus* por medio de estacas. *Horticultura Argentina*. 32 (79): 25-31.