

## Concentración de macronutrientes en órganos de tres especies silvestres de *Rhynchostele* en su hábitat natural

Nadia Jiménez-Peña<sup>1</sup>  
Libia I. Trejo-Téllez<sup>2</sup>  
Porfirio Juárez-López<sup>1§</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de Morelos-Facultad de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad 1001. Cuernavaca, Morelos, México. CP. 62210. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

§Autor para correspondencia: porfiriojlopez@yahoo.com.

### Resumen

En México, son escasas las investigaciones acerca de la concentración nutrimental en especies de orquídeas desarrolladas en su hábitat natural. El objetivo fue determinar la concentración de macronutrientes de las orquídeas silvestres *Rhynchostele maculata*, *R. rossii* y *R. aptera* en su hábitat natural. Las colectas se realizaron de *R. maculata* en la zona central de Veracruz, *R. rossii* se obtuvo del Corredor Biológico Chichinautzin en el noroeste de Morelos y del bosque de niebla del Cofre de Perote, en Veracruz, la especie *R. aptera* se colectó en Huitzilac y Tetela del Volcán, Morelos. Se cuantificó la concentración nutrimental de N, P, K, Ca y Mg en hojas jóvenes y brotes florales, hojas nuevas, hojas maduras y hojas viejas (en senescencia), pseudobulbos nuevos, pseudobulbos maduros, pseudobulbos viejos; además, se cuantificaron los mismos nutrimentos en las raíces. Se encontró en *R. rossii*, *R. maculata* y *R. aptera* que las concentraciones nutrimentales, en orden decreciente, fueron N > K > Ca > P > Mg en hojas jóvenes, hojas nuevas y hojas maduras; con excepción de *R. rossii*, que presentó la tendencia N > Ca > K > Mg > P, únicamente en hojas maduras. Los intervalos de concentración nutrimental en hojas maduras, en porcentaje, fueron: N (1.44 - 1.86), P (0.15 - 0.29), K (0.51 - 0.90), Ca (0.32 - 0.65) y Mg (0.11 - 0.25), los cuales podrían servir como valores preliminares de referencia con fines de diagnóstico nutrimental en las tres especies reportadas; asimismo, estos resultados podrían ser útiles en programas de conservación y para el manejo agronómico de estas especies.

**Palabras clave:** *Rhynchostele aptera*, *Rhynchostele maculata*, *Rhynchostele rossii*, nutrición mineral.

Recibido: mayo de 2018

Aceptado: junio de 2018

## Introducción

Desde tiempos remotos las orquídeas han sido de las flores con mayor preferencia como plantas de ornato, esto se atribuye a su rareza, vistosos colores, aromas y formas. El género *Rhynchostele* posee especies con potencial ornamental; sin embargo, en los últimos años sus poblaciones naturales se han visto disminuidas, debido en parte al desmedido saqueo de colectores con fines de venta y de coleccionistas de orquídeas, lo que ha ocasionado que algunas se encuentren sujetas a protección especial según la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT, 2010).

Se ha reportado que existen diferencias morfológicas dentro de los géneros de orquídeas en función de los sitios de colecta, encontrándose variación en número de hojas, longitud y ancho de hoja, tono del color y número de flores, entre otros (Hernández-Muñoz *et al.*, 2013), estas variaciones pueden deberse a diferentes factores como clima, incidencia de plagas y enfermedades, la carencia o exceso de nutrimentos. En relación al último punto, existe escasa información acerca de su composición nutrimental en diferentes etapas de desarrollo y en su hábitat natural.

En este contexto, algunos autores han sugerido realizar mayor investigación relacionada con la concentración nutrimental en orquídeas (Wang y Konow, 2002), ya que estos estudios permiten conocer el estatus nutrimental, así como identificar en que órganos de la planta y en qué magnitud se acumulan dentro de la misma (Poole y Sheehan, 1973; Jiménez-Peña *et al.*, 2013).

La mayoría de los estudios de nutrición mineral en orquídeas se han enfocado en híbridos comerciales de los géneros de *Phalaenopsis* (Hinnen *et al.*, 1989; Wang, 1996; Hwang *et al.*, 2009), *Cymbidium* (Naik *et al.*, 2013; Barman y Naik, 2017), *Odontoglossum* (Yoneda *et al.*, 1999) y *Dendrobium* (Tse-Leow y Khye-Tan, 2007). En general, estas investigaciones se han realizado en condiciones controladas, en cultivo sin suelo y con uso de soluciones nutritivas. Por otro lado, algunos estudios de concentración mineral en especies de orquídeas silvestres, *Laelia anceps* L. *autumnalis* y *Paphiopedilum insigne*, se han realizado en invernadero, en cultivo sin suelo y con soluciones nutritivas (datos no publicados); sin embargo, son escasos los estudios que reportan la concentración nutrimental en orquídeas silvestres y en su hábitat natural.

Esta información sería de utilidad para conocer el estatus nutrimental de las especies con potencial ornamental que sirvan de base para proponer estrategias de conservación y de manejo agronómico (Tejeda-Sartorius *et al.*, 2017). En este contexto, el género *Rhynchostele* posee especies con potencial ornamental, entre las cuales se encuentran: *R. maculata* (L. O. Williams), *R. rossii* (Lindl.) y *R. aptera* (Lex.) (Espejo-Serna *et al.*, 2002; Hágsater y Soto, 2008; CONABIO, 2015). Por lo anterior, el objetivo fue determinar la concentración de macronutrientes de las orquídeas silvestres *R. maculata*, *R. rossii* y *R. aptera* en su hábitat

## Materiales y métodos

Se colectaron 16 plantas *R. maculata* en zonas de bosque del Cofre de Perote o Nauhcampatépetl, del centro de Veracruz, esta región pertenece al bosque de niebla y se localiza entre los 1 200 y 2 100 m de altitud; entre las latitudes 19° 30' y 19° 45' latitud norte y las longitudes 96° 47' y 97° 01' oeste. En el caso de *R. rossii* se colectaron nueve plantas en el Corredor Biológico Chichinautzin, la cual es un área de protección de flora y fauna situada en la zona noroeste del

estado de Morelos, ubicada entre 18° 50' 30" y 19° 05' 40" latitud norte; 98° 51' 50" y 99° 20' 00" longitud oeste y del bosque de niebla del Cofre de Perote o Nauhcampatépetl. Por último, se colectaron ocho plantas de la especie *R. aptera*, en los municipios de Huitzilac y Tetela del Volcán, Morelos, ubicados dentro de las coordenadas antes mencionadas. En la Figura 1, se muestran las características morfológicas de las tres especies estudiadas.



**Figura 1. Especies de orquídeas colectadas: a) *Rhynchostele aptera* (Lex.); b) *Rhynchostele rossii* (Lindley); y c) *Rhynchostele maculata* (La Llave & Lex.).**

Para el análisis químico vegetal, las plantas se transportaron en bolsas de papel. Las muestras se lavaron con agua destilada y se colocaron en bolsas de papel perforadas, se secaron en una estufa con aire circulante a temperatura de 70 °C. El material fue molido en un molino de acero inoxidable. Se cuantificaron elementos en hojas, pseudobulbos y raíces, en diferentes estados de desarrollo quedando de la siguiente forma: hojas jóvenes y brote floral, aquellas más recientes (en proceso de desarrollo); hojas nuevas, en desarrollo; hojas maduras, completamente desarrolladas y hojas viejas; es decir, en senescencia; pseudobulbos nuevos, aquellos más recientes; pseudobulbos maduros, completamente desarrollados y pseudobulbos viejos, en senescencia; raíz, se consideró una muestra compuesta de raíces jóvenes, desarrolladas y senescentes.

Se determinó: N total por el método Kjeldahl mediante digestión húmeda con una mezcla de ácido sulfúrico y ácido perclórico. El fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) mediante espectroscopia de emisión atómica de inducción por plasma (ICP-AES) (Alcántar y Sandoval, 1999).

### **Análisis estadístico**

Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza y se realizó una prueba de comparación de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1 (SAS, 2003).

## Resultados y discusión

### Nitrógeno

Se encontraron diferencias  $p \geq 0.5$  entre especies (Cuadro 1). El porcentaje de nitrógeno varió entre la especie y los órganos de las tres orquídeas de *Rhyncho스테le*. Cuando las especies se encontraron en estado de desarrollo de hojas jóvenes y brotes florales, el porcentaje varió de 1.54 a 2.2%. En el Cuadro 1, se observa que el elemento se requiere más en estado de hojas jóvenes y brotes florales que el resto de los estados de desarrollo. El N es un elemento móvil esencial en la división y expansión celular, así como en el crecimiento de estructuras vegetativas, tales como tallos y hojas (Sonneveld y Voogt, 2009).

En hojas, el porcentaje varió en un rango de 1.09 a 2.07%, en las diferentes edades de las hojas (nuevas, maduras y viejas), independientemente de la especie (Cuadro 1). Además, se observó que el porcentaje de N disminuyó a medida que las hojas senescen. Se ha reportado que el porcentaje de suficiencia de N en hojas de orquídea *Cattleya* va de 1.50 a 2.5% (Jones *et al.*, 1991). En el caso de la especie *Rhyncho스테le aptera*, los niveles encontrados en hojas fueron bajos. Sin embargo, al no existir otros reportes de especies similares a los *Rhyncho스테le* esos valores pueden ser de suficiencia para esta especie, puesto que no se detectaron síntomas visuales de deficiencias.

En pseudobulbos independientemente de la especie, los porcentajes encontrados fueron de 0.51 a 1.06% (Cuadro 1). En las orquídeas epífitas, los órganos de almacenamiento son los pseudobulbos, los cuales tienen la capacidad de almacenar agua, minerales e hidratos de carbono (Ng y Hew, 2000). Sin embargo, el porcentaje encontrado es menor en comparación a las hojas. Poole y Sheehan (1973) mencionan que en hojas de *Cattleya* la concentración de N foliar disminuye con la edad de las hojas, puesto que éste tiende a traslocarse hacia los pseudobulbos de mayor edad. No obstante, esto último no se observó en especies de *Rhyncho스테le*, ya que el porcentaje en pseudobulbos fue menor, lo que significa que las orquídeas existen diferencias en su distribución nutrimental en la planta.

La concentración en raíz varió en un rango de 0.76 a 1.15%, indistintamente de la especie. La función de las raíces de las orquídeas es absorber agua y nutrientes, así como, fijar la planta al sustrato. Las raíces solo crecen durante un periodo vegetativo y suspenden su crecimiento con el desarrollo de brotes vegetativos (Hágsater *et al.*, 2005). Esto tiene concordancia ya que el N es un elemento móvil y se encontró en los órganos con mayor demanda como brotes (hojas nuevas y brotes florales) y niveles bajos en raíces.

### Fósforo

Las concentraciones en hojas jóvenes y brotes florales, fueron más altas que en el resto de los órganos de las plantas. Esto puede ser atribuido a que el P es un elemento móvil, y se encuentra en mayor proporción en hojas jóvenes o de reciente madurez (órganos de demanda) (Fernández, 2007). El intervalo de concentración fue de 0.26 a 0.35% independientemente de las especies evaluadas (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Concentración de macronutrientos (%) en tres especies de *Rhynchosstele*.**

Especie	Hojas jóvenes y brotes florales	Hojas			Pseudobulbos			Raíces
		Nuevas	Maduras	Viejas	Nuevos	Maduros	Viejos	
Nitrógeno total								
<i>R. maculata</i>	2.29 a	1.35 ab	1.73 a	1.89 ab	1.06 a	0.85 a	0.52 b	1.08 a
<i>R. rossii</i>	2.03 ab	2.07 a	1.86 a	1.91 a	0.51 b	0.55 b	0.58 ab	0.76 b
<i>R. aptera</i>	1.54 b	1.4 b	1.44 a	1.09 b	0.87 ab	0.86 a	0.77 a	1.15 a
CV	10.6	21.3	14.6	29.5	29.6	24	26.1	13.9
Fósforo								
<i>R. maculata</i>	0.35 a	0.23 a	0.29 a	0.07 b	0.14 a	0.1 ab	0.1 a	0.08 a
<i>R. rossii</i>	0.26 a	0.21 a	0.15 b	0.13 a	0.08 b	0.07 b	0.06 b	0.07 b
<i>R. aptera</i>	0.27 a	0.28 b	0.22 ab	0.12 a	0.13 a	0.14 a	0.09 a	0.08 a
CV	17.1	10.1	27	14.9	25.6	31.5	24.2	8.4
Potasio								
<i>R. maculata</i>	1.1 a	0.79 b	0.9 a	0.51 ab	0.86 a	0.74 a	0.44 b	0.25 a
<i>R. rossii</i>	0.94 ab	0.9 a	0.51 b	0.56 a	0.51 b	0.47 a	0.61 ab	0.21 ab
<i>R. aptera</i>	0.85 b	0.82 ab	0.69 ab	0.45 b	0.68 ab	0.68 a	0.8 a	0.18 b
CV	8.6	6.3	19.9	7.6	26.3	53.4	28.4	21.5
Calcio								
<i>R. maculata</i>	0.47 ab	0.47 ab	0.42 a	0.63 a	0.84 a	0.73 a	0.58 a	0.37 a
<i>R. rossii</i>	0.51 a	0.6 a	0.65 b	0.75 a	0.5 b	0.45 b	0.37 b	0.27 b
<i>R. aptera</i>	0.35 b	0.34 b	0.32 a	0.41 b	0.35 b	0.42 b	0.33 b	0.25 b
CV	14.1	16.8	14.9	14.9	22.5	24.9	31.4	13.2
Magnesio								
<i>R. maculata</i>	0.08 b	0.07 b	0.07 b	0.07 b	0.11 b	0.12 b	0.09 b	0.09 b
<i>R. rossii</i>	0.19 a	0.19 a	0.18 a	0.17 a	0.22 a	0.22 a	0.2 a	0.09 b
<i>R. aptera</i>	0.15 a	0.16 a	0.13 ab	0.12 b	0.25 a	0.27 a	0.26 a	0.13 a
CV	15.3	25.3	15.2	26.7	21.2	27.2	33.9	16.6

CV= coeficiente de variación. Valores con la misma letra dentro de columna son estadísticamente iguales, Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

Los resultados en hojas variaron de 0.12 a 0.29%, en independencia de la especie y de la edad de la hoja (jóvenes, maduras y viejas). Jones *et al.* (1991), para *Cattleya* spp. indica que los valores de suficiencia de P van de 0.13 a 0.75% en el follaje. Únicamente el caso de *R. aptera* en hojas viejas, está por debajo de los valores de suficiencia, lo que es atribuible a la movilidad del elemento hacia las zonas de demanda (Fernández, 2007).

En general, se observó que la concentración de P es baja en los pseudobulbos de las especies de *Rhynchosstele*, comparados con las hojas. Se obtuvieron rangos de 0.06 a 0.14% independientemente de la especie y el estado de desarrollo del pseudobulbo. Como se mencionó

anteriormente, los pseudobulbos funcionan como órganos de almacenamiento de agua y sustancias de reserva; sin embargo, se encontraron niveles bajos de P los cuales podrían haberse utilizado para sustentar la producción de flores, frutos o el desarrollo de nuevos vástagos. Bachiega-Zambrosi *et al.* (2012) sugieren que la removilización de las reservas de P es importante para satisfacer las demandas de un nuevo crecimiento vegetativo y reproductivo. En las raíces (0.07 a 0.08% de P) la concentración de P fue aún más bajo que hojas y pseudobulbos, lo cual se asoció con las zonas de demanda tales como las hojas jóvenes en crecimiento.

## Potasio

Con relación al K la mayor concentración se dio en hojas jóvenes y brotes florales, como en los elementos anteriores. La concentración de K en hojas jóvenes y brotes florales fue 0.85 a 1.1% (Cuadro 1), las cuales se consideran bajas, en comparación con el nivel de suficiencia en follaje que oscila de 2 a 3.5% en orquídeas del género *Cattleya* (Jones *et al.*, 1991). De igual forma, las concentraciones fueron bajas en las hojas con independencia de la especie y el desarrollo morfológico, donde la concentración varió de 0.45 a 0.9% (Cuadro 1). Sin embargo, se infiere que las concentraciones encontradas podrían ser de suficiencia y que el género *Rhynchostele* podría requerir concentraciones menores a 2% de K, ya que no presentaron síntomas visuales de deficiencia, estrés hídrico, daño por frío, ni enfermedades (Figura 1).

Al respecto, Kumar y Kumar-Sharma (2013) indica que las plantas que presentan un adecuado suministro de K hacen un uso más eficiente del agua durante el estrés, teniendo una relación directa con la resistencia a heladas y enfermedades. Además, el K favorece la rigidez del tallo y está implicado en el crecimiento celular, así como en la estabilización de la membrana y de la pared celular (Armstrong, 2002). La concentración de K en pseudobulbos fue de 0.44 a 0.86%, niveles ligeramente por debajo del follaje (Cuadro 1). De igual forma, los niveles en raíz fueron bajos de 0.18 a 0.25%, este efecto podría deberse a la movilidad del K dentro de la planta (Marschner, 2012), siendo traslocado hacia la parte aérea.

## Calcio

Se encontró en hojas jóvenes y brotes florales concentraciones de Ca de 0.35 a 0.51% (Cuadro 1). En el follaje, se encontraron valores de 0.34 a 0.75% independientemente de la especie y de la edad de las hojas. Sin embargo, existe una marcada diferencia entre las especies de estudio *R. aptera* y *R. macula* tuvieron niveles bajos en casi todas sus hojas, en comparación a los reportes óptimos de Ca en follaje por Poole y Sheehan (1973); Jones *et al.* (1991) que van de 0.5 a 2%. El Ca se caracteriza por una baja habilidad de transporte dentro de la planta, pues una vez que se deposita en los tejidos vegetales será muy difícil removerlo. Es por ello que son los tejidos jóvenes los primeros en ser afectados cuando existen deficiencias de este nutriente (Marschner, 2012).

En lo que respecta a los pseudobulbos las concentraciones variaron de 0.33 a 0.84% (Cuadro 1). En la raíz las concentraciones fueron de 0.25 a 0.37%. Al respecto, Poole y Sheehan (1973) consideran como nivel óptimo la concentración de 0.1 a 0.4% de Ca en raíces de *Cattleya*.

## Magnesio

Se encontró que las concentraciones de Mg en hojas jóvenes y brotes florales variaron en un rango de 0.08 a 0.19% y en hojas jóvenes, maduras y viejas de 0.07 a 0.19% indistintamente de la especie. Se han reportado niveles de suficiencia en follaje concentraciones de 0.3-0.7% para *Cattleya* (Jones *et al.*, 1991) por lo que los valores encontrados fueron menores que los reportados en la literatura. Sin embargo, las plantas no presentaron síntomas visuales de deficiencias de Mg, por lo que se infiere que el nivel de Mg requerido por *Rhynchostele* puede ser menor. Adicionalmente, se observó que la mayor acumulación de Mg se dio en los pseudobulbos, donde las concentraciones fueron de 0.11 a 0.26%. Esto puede deberse a que los pseudobulbos funcionan como órganos de almacenamiento de nutrimentos Uma *et al.* (2015). En el caso de las raíces, los valores fueron de 0.09 a 0.13%, similares al follaje.

En general, la secuencia decreciente de concentración de nutrimentos fue N > K > Ca > P > Mg. Esta tendencia de absorción nutrimental se dio principalmente en el follaje de las especies *R. macula* y *R. aptera*. En *R. rossii* la concentración cambió en hojas maduras y viejas de la siguiente forma N > Ca > K > Mg > P. En pseudobulbos la tendencia de acumulación también cambió y fue N > K > Ca > Mg > P. La raíz fue el único órgano que presentó la misma tendencia en las tres especies, donde su secuencia decreciente de acumulación fue N > Ca > K > Mg > P. El N y K o Ca fueron los elementos más requeridos en las tres especies de *Rhynchostele*, el orden absorción cambió con la etapa de desarrollo y de los genotipos. Como señalan Jiménez-Peña *et al.* (2013), las orquídeas tienen diferentes requerimientos nutrimentales, estos mismos autores señalan la importancia de proporcionar los nutrimentos de acuerdo a la etapa de desarrollo y de la especie, para un mejor desarrollo.

Se observó que los elementos móviles, se traslocaron hacia la parte aérea principalmente en hojas y brotes florales. Esto coincide con lo reportado por Hew y Ng (1996) en un estudio de *Oncidium goldiana*, donde las reservas minerales principalmente en pseudobulbos son removilizados para apoyar el desarrollo de un nuevo brote e inflorescencia. También se ha reportado en *Catasetum viridiflavum* que los minerales de las reservas en pseudobulbos son importantes para determinar el número de flores producidas (Zimmerman, 1990). Por consiguiente, se recomienda que se preste especial atención en las especies de *Rhynchostele* al régimen de fertilización, especialmente durante el periodo de desarrollo de los brotes nuevos, pues en su hábitat natural requirieron cantidades menores a lo que se reporta en orquídeas como *Cattleya* y *Phalaenopsis* (Jones *et al.*, 1991). Es importante considerar los requerimientos nutrimentales, ya que la distribución de estos durante su desarrollo es fundamental para satisfacer las necesidades puntuales en los periodos de mayor exigencia, sobre todo de nutrimentos como nitrógeno (N) fósforo (P) y potasio (K).

Cabe resaltar que, en general, se encontraron valores bajos de concentración nutrimental en las tres especies estudiadas en comparación a los reportados en la literatura, debido en parte a que los genotipos que se evaluaron crecieron y se desarrollaron en su hábitat natural. Se infiere que de cultivarse en condiciones con dosis óptimas de fertilización y con manejo agronómico adecuado, los valores de concentración nutrimental serían mayores como se ha encontrado en la orquídea *Laelia anceps* (Jiménez-Peña *et al.*, 2013); no obstante, a pesar de que las especies crecieron en condiciones naturales no se detectaron síntomas visuales de deficiencia, probablemente esta respuesta se debió a que las especies de la familia Orchidaceae forman asociaciones con hongos

micorrícicos que les confieren mayor exploración radical y eventualmente mayor capacidad de absorción nutrimental, sobre todo en las etapas iniciales de crecimiento y desarrollo, como se ha reportado en *Eulophia epidendreaea* y *Malaxis acuminata* (Uma et al., 2015).

Finalmente, la importancia de los resultados de la presente investigación reside en que constituyen el primer reporte sobre concentración y distribución de nutrimentos en los órganos de las orquídeas *R. maculata*, *R. rossii* y *R. aptera* desarrolladas en condiciones naturales, por lo que la información generada podría ser útil en programas de conservación y manejo agronómico de estas especies.

## Conclusiones

*Rhynchostele rossii*, *R. maculata* y *R. aptera* tuvieron concentraciones nutrimentales en orden decreciente fueron: N> K> Ca> P> Mg en hojas jóvenes, hojas nuevas y hojas maduras; con excepción de *R. rossii*, que tuvo concentraciones nutrimentales de N> Ca> K> Mg> P en hojas maduras. En pseudobulbos nuevos y maduros el orden que predominó fue N> K> Ca> Mg> P y en los viejos fue K> N> Ca> Mg> P. En las raíces el orden que prevaleció en las tres especies fue N> Ca> K> Mg> P.

Las concentraciones de nutrimentos en hojas maduras, en porcentaje: N (1.44 - 1.86), P (0.15 - 0.29), K (0.51 - 0.9), Ca (0.32 - 0.65) y Mg (0.11 - 0.25); en pseudobulbos N (0.55 - 0.85), P (0.07 - 0.14), K (0.47 - 0.74), Ca (0.42 - 0.73) y Mg (0.12 - 0.22); y en raíz N (0.76 - 1.15), P (0.07 - 0.08), K (0.18 - 0.25), Ca (0.25 - 0.37) y Mg (0.09 - 0.13). Finalmente, las concentraciones nutrimentales encontradas en hojas maduras podrían servir como valores de referencia con fines de diagnóstico nutrimental de las tres especies reportadas; asimismo, estos resultados podrían ser útiles en programas de conservación y para el manejo agronómico de *R. rossii*, *R. maculata* y *R. aptera*.

## Literatura citada

- Alcántar, G. G. y Sandoval, V. M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación especial núm. 10 de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, AC. Chapingo, Estado de México. 155 p.
- Armstrong, H. 2002. Hydroponic tulips at second attempt. Flower TECH. 5(1):8-10.
- Bachiega-Zambrosi, F. C.; Mattos Jr., D.; Boaretto, R. M.; Quaggio, J. A.; Muraoka, T. and Syvertsen, J. P. 2012. Contribution of phosphorus (32P) absorption and remobilization for citrus growth. Plant Soil. 355(1):353-362.
- Barman, D. and Naik, S. K. 2017. Effect of substrate, nutrition and growth regulator on productivity and mineral composition of leaf and pseudobulb of *Cymbidium* hybrid 'Baltic glacier mint ice'. J. Plant Nutr. 40(6):784-794.
- CONABIO. 2015. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. *Rhynchostele rossii*, un miembro de Orquídeas (Familia Orchidaceae). <http://www.naturalista.mx/taxa/204947-rhynchostele-rossii>.
- Espejo-Serna, A. y López-Ferrari, A. R. 1998. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística I. Lista de referencia. Parte VIII. Orchidaceae 2. Consejo Nacional de la Flor de México, A. C. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, DF. 115 p.

- Fernández, M. T. 2007. Fósforo: amigo o enemigo. ICIDCA. 41(2):51-57.
- Hágsater, E.; Soto, M.; Salazar, G.; Jiménez, R.; López, M. y Dressler, R. 2005. Las orquídeas de México. Instituto Chinoín, México. 304 p.
- Hernández-Muñoz, S.; Pedraza-Santos, M. E.; Morales-García, J. L.; Guillén-Andrade, H.; López P. A. and Téllez-Velasco, M. A. A. 2013. Phenotypic characterization of Mexican orchid *Laelia autumnalis*. Acta Hort. 977(1):245-252.
- Hew, C. S. and Ng, C. K. Y. 1996. Changes in mineral and carbohydrate content in pseudobulbs of the C3 epiphytic orchid hybrid *Oncidium goldiana* at different growth stages. Lindleyana 11(3):125-134.
- Hinnen, M. G. J.; Pierik, R. L. M. and Bronsema, F. B. F. 1989. The influence of macronutrients and some other factors on growth of *Phalaenopsis* hybrid seedlings *in vitro*. Sci. Hortic. 41(1):105-116.
- Hwang, S. J.; Sivanesan, I. and Jeong, B. R. 2009. Short-term ion uptake by *Phalaenopsis* as affected by concentration of the solution. J. Plant Nutr. 32(12):2044-2061.
- Jiménez-Peña, N.; Valdez-Aguilar L. A.; Castillo-González A. M.; Colinas-León M. T.; Cartmill A. D. and Cartmill, D. L. 2013. Growing media and nutrient solution concentration affect vegetative growth and nutrition of *Laelia anceps* Lindl. HortSci. 48(6):773-779.
- Jones, J. B.; Wolf, B. and Mills, H. A. 1991. Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing. Athens, GA, USA. 213 p.
- Kumar, P. and Kumar-Sharma, M. 2013. Nutrient deficiencies of field crops: guide to diagnosis and management. CABI International. Tarxien, Malta. 378 p.
- Marschner, H. 2012. Mineral nutrition of higher plants. 3<sup>th</sup> London: Elsevier. 643 p.
- Naik, S. K.; Barman, D.; Rampal, R. and Medhi R. P. 2013. Evaluation of electrical conductivity of the fertilizer solution on growth and flowering of a *Cymbidium* hybrid. South Afr. J. Plant Soil. 30(1):33-39.
- Ng, C. K. and Hew, C. S. 2000. Orchid pseudobulbs - 'false' bulbs with a genuine importance in orchid growth and survival. Sci. Hortic. 83(3):165-172.
- Poole, H. A. and Sheehan, T. J. 1973. Chemical composition of plant parts of *Cattleya* orchids. American Orchid Society Bulletin. 42(10):889-895.
- SEMARNAT. 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-059. Protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación (DOF). 78 p.
- Sonneveld, C. and Voogt, W. 2009. Plant nutrition of greenhouse crops. Springer Netherlands. The Netherlands. 431 p.
- Statistical Analysis System (SAS). 2003. SAS/STAT user's guide Release 9.1. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Tejeda-Sartorius, O.; Téllez-Velasco, M. A. A. y Trejo-Téllez, L. I. 2017. Características ornamentales de orquídeas silvestres y su propagación con fines comerciales. Alternativa de aprovechamiento sustentable ex situ. Agroproductividad. 10(6):37-45.
- Tse-Leow, A. C. and Khye-Tan, T. K. 2007. Versatile hydroponic technology for commercial orchid cultivation. Acta Hort. 742(1):75-83.
- Uma, E.; Rajendran, R. and Muthukumar, T. 2015. Morphology, anatomy and mycotrophy of pseudobulb and subterranean organs in *Eulophia epidendrea* and *Malaxis acuminata* (Epidendroideae, Orchidaceae). Flora. 217(1):14-23.

- Wang, Y. T and Konow, E. A. 2002. Fertilizer source and medium, composition affect vegetative growth and mineral nutrition of a hybrid month orchid. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 127(3):442-447.
- Wang, Y. T. 1996. Effects of six fertilizers on vegetative growth and flowering of *Phalaenopsis* orchids. *Sci. Hortic.* 65(2):191-197.
- Yoneda, K.; Suzuki, N. and Hasegawa, I. 1990. Effects of macroelement concentrations on growth, flowering, and nutrient absorption in an *Odontoglossum* hybrid. *Scientia Hortic.* 80(3):259-265.
- Zimmerman, J. K. 1990. Role of pseudobulb in growth and flowering of *Catasetum viridiflavum* (Orchidaceae). *Am. J. Bot.* 77(4):533-542.